



**Maria do Carmo de
Oliveira Machado**

**Integração da ciência pela escrita narrativa ao estilo
de Júlio Verne**



**Maria do Carmo de
Oliveira Machado**

**Integração da ciência pela escrita narrativa ao estilo
de Júlio Verne**

Relatório Final de Prática de Ensino Supervisionada apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física e Química no 3º. Ciclo do Ensino Básico e Secundário, realizada sob a orientação científica do Doutor Vítor Bonifácio, Professor Auxiliar do Departamento de Física da Universidade de Aveiro.

*A mente que se abre a uma nova ideia
nunca mais volta ao seu tamanho original.*

Albert Einstein

O júri

Presidente

Prof. Doutora Maria João de Miranda Nazaré Loureiro

Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

Vogais

Prof. Doutora Isabel Maria Coelho de Oliveira Malaquias

Professora Associada da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Vítor Hugo da Rosa Bonifácio

Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

Enumerar todas as pessoas que estiveram presentes durante a construção deste trabalho e que por sorrisos, abraços, pequenas palavras, grandes frases, discussões e muito mais o tornaram real é impossível. No entanto, não seria legítimo que alguns nomes não constem associados a este documento que foi *dono* de mim neste último ano que passou. Assim, aqui fica o meu eterno agradecimento:

Aos meus orientadores da universidade de Aveiro: doutora Helena Pedrosa, doutora Maria João Loureiro e doutor Vítor Bonifácio por tudo o que me permitiram aprender este ano.

Ao meu orientador pedagógico, Prof. José Manuel Lopes, por ter sido incansável na compreensão e na dedicação ao meu ano de estágio. Tornou todas as dificuldades mais leves e tem uma cota especial neste trabalho por me ter feito acreditar desde sempre que seria possível realizá-lo.

Aos *meus* meninos do 10^o C, porque foram os primeiros e são muito especiais. Tornaram a realização deste projeto possível e muito gratificante.

Aos meus pais porque acreditam sempre em mim. Sem sombra de dúvidas que quem acredita em nós nos torna mais fortes e capazes.

Aos meus irmãos e cunhados, porque todas as conquistas que faço são partilhadas em família e festejadas com alegria. Esta não será de todo diferente! À Marta, ao Jorge, à Cidália, ao Pedro, à Ana, ao Sérgio, à Vânia e a tantos outros que pela honra que me dão da sua amizade tornam os meus dias mais felizes. É bom ter amigos, é bom partilhar as minhas inquietações e é bom festejar as minhas vitórias.

Ao meu marido, porque o nosso *nós* ficou esquecido em prol de um ano tão exaustivo e exigente. A construção de alguns projetos mais pessoais só é possível sem se exigir nada por isso. Na dimensão que o este amor vai atingindo a cada passo da caminhada, sou eternamente grata.

Ao meu filho Luís, que acompanhou este mestrado quer em mim, durante 9 meses, quer no seu primeiro aninho de vida. A tarefa de ser mãe não foi muito simplificada neste primeiro ano, mas conheci um amor incondicional.

Ao Bom Deus, porque torna os impossíveis possíveis e me faz acreditar que sou sempre capaz! A minha vida tem este sentido, esta força, esta energia, esta vontade por existires.

Palavras-chave

Ensino de Ciências, Literacia científica, Literacia em Leitura, Motivação, Texto narrativo, Júlio Verne

Resumo

Este estudo pretendeu verificar em que medida a escrita de um texto narrativo inspirado em Júlio Verne, estimula os alunos a aplicarem conhecimentos científicos de Física. Para isso, propôs-se uma estratégia de ensino, que tem subjacente a perspetiva de ensino por pesquisa na resolução de problemas e na interligação da ciência tecnologia e sociedade (CTS). A proposta de atividade assenta numa viagem interplanetária, num projeto de estreita articulação entre a área científica e linguística, em particular entre a disciplina de Física e Química e de Português, mobilizando-se a capacidade dos alunos para convocar e explicar conhecimentos recorrendo à sua literacia. A estratégia foi planificada com base no modelo dos 5E's, tendo-se verificado qual a influência desta atividade na motivação e aprendizagem dos alunos. Para se atingir estas finalidades, utilizou-se uma metodologia de carácter qualitativo com orientação interpretativa, adotando como estratégia de investigação um estudo sobre a própria prática. Participaram neste estudo vinte e seis alunos de uma turma de 10º ano de escolaridade de uma escola do distrito de Aveiro. Como instrumento de recolha de dados foram utilizados a observação naturalista, inquérito e documentos escritos. Os resultados obtidos revelam que os alunos gostam deste tipo de estratégias, gostaram de trabalhar em grupo e que projetos desta índole os motivam para as disciplinas envolvidas. Por outro lado, a análise do conteúdo dos textos desenvolvidos pelos alunos, permite perceber que há dificuldade na mobilização e integração de conhecimentos, demonstrando que a linguagem científica deve ser uma das competências que os professores necessitam desenvolver nos alunos de ciências.

Keywords

Science Teaching, Scientific Literacy, Reading Literacy, Engagement, Narrative text, Julio Verne

Abstract

This study aims to verify in what way writing a Julio Verne inspired narrative stimulates the students to apply knowledge of the scientific area of Physics. To do so a learning strategy in the perspective of problem solving by research and within the science technology and society framework was implemented. The activity, involving language and science skills, particularly physics, chemistry and portuguese, was centered on an interplanetary expedition in order to attest the student's ability to engage previous knowledge and explain concepts using their literacy expertise. The project was planned using the 5E's strategy, and its influence on the students' engagement and learning was observed. To achieve these proposes a qualitative methodology with interpretative character was used, surveying the researcher practice as strategy. Twenty six 10th degree students of an Aveiro city school participated in the study. The data was collected by naturalistic observation, inquiry and other written documents. The results reveal that the students enjoyed this type of strategies, liked the working in groups and felt more motivated for the disciplines. On the other hand, analysis of the produced text allowed the researcher to identify learning deficits, namely in the knowledge mobilization and integration demonstrating that scientific language skills need to be improved on science students by their teachers.

ÍNDICES

ÍNDICES.....	i
Índice de figuras.....	iii
Índice de tabelas.....	iii
Índice de gráficos.....	iv
CAPÍTULO 1.....	1
Introdução.....	1
Contextualização da investigação	2
Questão de investigação e objetivos do trabalho.....	4
Importância da investigação	5
Estrutura geral da dissertação	7
CAPÍTULO 2.....	9
Enquadramento do estudo.....	9
Literacia/literacias em contextos de educação em ciência	10
Motivação e Aprendizagem.....	16
Escrever para aprender ciências.....	18
Ensino por pesquisa.....	22
Modelo dos 5 E's.....	23
Escrever a ciência com Júlio Verne.....	26
CAPÍTULO 3.....	29
Fundamentação metodológica	29
O estudo de caso.....	30
Análise qualitativa	31
Contextualização do estudo.....	33
Caraterização dos participantes	33
Técnicas e instrumentos para recolha de dados.....	34
CAPÍTULO 4.....	37
Proposta didática	37
Enquadramento da proposta didática no programa de Física e Química A	37
Planificação da atividade	39
Descrição da atividade.....	41
CAPÍTULO 5.....	45
Análise dos resultados	45

P10C – Pelo espaço cósmico – Análise da construção do livro.....	45
Avaliação da atividade realizada	75
CAPÍTULO 6.....	85
Considerações finais	85
Principais conclusões do trabalho	85
Implicações do estudo.....	88
Reflexão final.....	90
BIBLIOGRAFIA.....	93
ANEXOS.....	I
ANEXO 1.....	III
ANEXO 2.....	V
ANEXO 3.....	IX
ANEXO 4.....	XI
ANEXO 5.....	XIV
ANEXO 6.....	XVI

Índice de figuras

Figura 1 - Modelo dos 5 E's.....	24
Figura 2- Modelo do 5E's aplicado à atividade.....	44
Figura 3- Momentos da aula de física e química dedicados à realização do projeto.	64

Índice de tabelas

Tabela 1 - Classificação dos métodos de acordo com critérios de procedimentos científicos .	29
Tabela 2 - Género dos participantes	33
Tabela 3 - Calendário de atuação	40
Tabela 4 - Constituição dos grupos de trabalho.....	41
Tabela 5 – Opinião dos alunos sobre a utilidade de materiais facultados	46
Tabela 6 - Opinião dos alunos sobre a utilidade de materiais facultados	47
Tabela 7 - Opinião dos alunos relativo à importância de alguns aspetos da pesquisa bibliográfica	50
Tabela 8 - Conhecimentos mobilizados para a escrita do capítulo	69
Tabela 9 – Opinião dos alunos sobre a utilidade das sessões de apoio ao trabalho escrito	73
Tabela 10 – Importância da apresentação à comunidade educativa na opinião dos alunos.....	74
Tabela 11- Opinião dos alunos sobre projetos desta índole	75
Tabela 12 – Opinião dos alunos sobre a realização do projeto.....	77
Tabela 13 – Opinião dos alunos sobre se o projeto motivou para as disciplinas envolvidas....	77
Tabela 14 – Opinião dos alunos sobre o trabalho cooperante.....	78
Tabela 15 - Vantagens da estratégia aplicada.....	78
Tabela 16 - Desvantagem da estratégia aplicada	79
Tabela 17 - Sugestões de melhoria dos alunos	80

Índice de gráficos

Gráfico 1 - Resposta à questão 1.5. nos dois momentos de avaliação.....	48
Gráfico 2 - Nota final atribuídas a cada capítulo	65
Gráfico 3 – Mobilização de conhecimentos de física e química	65
Gráfico 4 – Utilização de linguagem científica.....	70
Gráfico 5 – Correção do discurso.....	71
Gráfico 6 - Organização, coesão e criatividade	72
Gráfico 7 - Resposta à questão 1.4. nos dois momentos de avaliação.....	81
Gráfico 8 - Resposta à questão 1.1. nos dois momentos de avaliação.....	81
Gráfico 9 - Resposta à questão 1.2. nos dois momentos de avaliação.....	82
Gráfico 10 - Resposta à questão 1.6. nos dois momentos de avaliação	82

CAPÍTULO 1

Introdução

Numa sociedade em que todos são chamados a interpretar o seu dia-a-dia com os conhecimentos previamente adquiridos, a escola tem um papel único e fundamental. De facto, o desenvolvimento de cidadãos que se preocupam, desde cedo, com os problemas da sociedade sejam eles de âmbito tecnológico, social, ambiental, ético, político, entre outros, tem sido uma das preocupações dos governantes no que concerne o papel da escola na formação de cada indivíduo.

Ao aluno que termina um ciclo escolar (seja básico, secundário ou universitário) é pedido que tenha desenvolvido determinadas competências que o façam gerir e resolver novas situações, de forma a encontrar soluções equilibradas para intervenções comunitárias. De acordo com as tendências de ensino vigentes, nas últimas décadas, em Portugal, que privilegiam uma perspetiva da ciência, da tecnologia e do ambiente, que mais adiante se explorará, esperar-se-ia que todos os cidadãos sujeitos a esta vertente de ensino fossem dotados de competências que lhes permitisse agir de forma ativa na sua comunidade, independentemente do grau académico que possuam.

Além disso, torna-se óbvio que, perante um ritmo acelerado de transformação das sociedades e do conhecimento, é preciso ir mais além do ler e escrever para responder às exigências do mundo em que vivemos. Torna-se necessário conhecer, compreender e interpretar processos de informação. Sem dúvida que o desenvolvimento científico e tecnológico tem estado na origem das mudanças na vida do cidadão comum em sociedade, obrigando a repensar-se a educação em geral e a educação em ciências em particular.

A educação no âmbito das ciências deve obedecer, quer à compreensão das relações entre a ciência, a tecnologia, o ambiente e as diferentes esferas da sociedade, quer ao uso de capacidades de pensamento, nomeadamente de pensamento crítico, que permita aos alunos tomadas de decisão e de resolução de problemas a nível pessoal, profissional e social. (Magalhães & Tenreiro-Vieira, 2006)

Contextualização da investigação

O trabalho agora apresentado foi desenvolvido no decorrer do segundo ano de *mestrado em ensino de física e química no 3º ciclo do ensino básico e secundário*, no ano letivo de 2012/2013. O trabalho foi realizado numa unidade curricular de seminário de dissertação em estreita ligação com a prática de ensino supervisionada, tal como é proposto no Decreto-Lei n.º 43/2007, de 22 de Fevereiro, que estabelece o Regime Jurídico de Habilitação Profissional para a Docência. A escolha do tema - integração da ciência pela escrita narrativa ao estilo de Júlio Verne - evoluiu de uma ideia mais simples onde se pretendia aprender física e química com Júlio Verne. A ideia inicial visava explorar as potencialidades pedagógicas da utilização de livros da série "Viagens Maravilhosas" de Júlio Verne no ensino da física e química. Por um lado, seriam identificados e estudados os conteúdos programáticos presentes numa seleção de romances, por outro, pretendia-se que os alunos refletissem sobre a evolução da ciência e tecnologia e o seu impacto social nos anos que mediaram entre a publicação das obras e a atualidade em que os alunos estão inseridos.

A escolha do livro com que se iria trabalhar passou por várias fases. Inicialmente pensou-se no romance *Viagem ao Centro da Terra*, por ser uma das obras mais conhecidas do autor; além disso, como existem vários filmes representativos do livro e este é fácil de adquirir a preço razoável, parecer-nos-ia uma escolha evidente. Todavia, após uma leitura cuidada do mesmo, chegou-se à conclusão que a nível da temática programática a abordar (Unidade 1 – *Do Sol ao Aquecimento*) dificilmente se conseguiria estabelecer uma relação. Decidiu-se, assim, pela exploração do livro *Hector Servadac – Os habitantes do Cometa* (sinopse em Anexo 1).

Uma abordagem deste tipo permitir-nos-ia, em nosso entender, assumir duas frentes de intervenção: a) identificar os assuntos científicos contemplado no livro de Júlio Verne *Hector Servadac – Os habitantes do Cometa*, estabelecendo a possível articulação entre os assuntos identificados no livro e explorando os conteúdos programáticos previstos para a disciplina de física e química no 10ºano de escolaridade; b) investigar de que forma a utilização de recursos deste tipo alimenta o interesse pela disciplina, potenciando aprendizagens específicas a nível dos conteúdos programáticos.

Segundo Almeida & Freire (2007) uma investigação inicia-se sempre pela definição de um problema. Face ao volume de problemas e de incertezas do conhecimento científico na

psicologia e na educação poderia pensar-se que esta definição se encontra facilitada. No entanto, tais aspetos complicam mais do que o que facilitam sendo obviamente necessário um conhecimento aprofundado dos fenómenos em causa e uma análise suportada das variáveis que lhes estão associados, tendo em vista a delimitação e identificação do problema.

A afirmação anterior poderá corroborar a evolução deste estudo. Apesar dos objetivos do estudo estarem delineados, parecia faltar compreender aprofundadamente a razão para efetuar aquele estudo. Na obra em questão podem encontrar-se alguns aspetos relacionados com a temática 1 de física: *Do Sol ao aquecimento*, no entanto parecia não ser o suficiente para conseguir desenvolver um trabalho de investigação.

Vários estudos falam da importância da utilização de livros de ficção científica no ensino. J.C.D. Ferreira (2011) menciona Dubeck, Nauman, Freudenrich, Brake, Dark, Piassi, Pietrocola, entre outros, com sendo os principais mentores dos estudos relacionados com a utilização da ficção científica no ensino.

Assumindo a importância da ficção científica no contexto do ensino e da aprendizagem de física, Oliveira & Zanetic (2008) sugerem sete abordagens metodológicas da questão: apresentação do conceito, análise da semelhança científica no uso dos conceitos, “jogo dos 7 erros”, analogias, análise e semelhança científica a partir da trilogia, análise da afinidade científica comparando obras e, por último, trabalho multi e interdisciplinar. Foi este último aspeto referido por Oliveira & Zanetic (2008) que fez com que a ficção científica estivesse presente neste projeto de investigação. De facto, são os referidos autores que enunciam a forma de abordagem adotada:

O professor de ciências pode trabalhar em conjunto com o de português, ou podem atuar sozinhos, como preferirem, trabalhando ora o ensino de algum conceito de ciências, ora o ensino de algum conceito de literatura.

A ideia de um projeto interdisciplinar estava subjacente desde o início do estudo. Apesar das alterações ao projeto primitivo, continuou-se a enaltecer uma das propostas do projeto inicial, o desenvolvimento de competências interdisciplinares entre as quais se salientam a leitura, interpretação e escrita de texto narrativo.

A escrita é uma das principais competências que um indivíduo deve adquirir e desenvolver ao longo do seu percurso escolar. Esta pode ser considerada uma ferramenta da aprendizagem quando é utilizada nos processos de construção, elaboração e expressão de conhecimento no quadro das diferentes áreas disciplinares. Quer seja encarada como

processo cognitivo, quer seja vista como prática social e cultural é reconhecido o seu contributo para o sucesso na aprendizagem uma vez que facilita o aprofundamento de ideias. O seu enquadramento numa forma de expressão adequada (géneros textuais) e a sua reestruturação à luz de fatores que relevam a dimensão retórica (objetivos, destinatário, etc.) torna possível a inserção da escrita em contextos diferenciados. (J. A. B. Carvalho, Silva, & Pimenta, 2006)

Com base nos pressupostos atrás referidos, propôs-se aos alunos que, baseando a sua escrita na leitura da referida obra de Júlio Verne, escrevessem um texto narrativo onde mobilizassem conceitos científicos da unidade 1 de física: *Do Sol ao aquecimento*.

Pensa-se que a problemática a explorar e discutir é importante no contexto onde se pretende ver desenvolvida a atividade profissional. *Escrever, escrever bem, escrever para aprender ciência* são vários tópicos a desenvolver através deste trabalho de investigação e onde se pretende verificar de que forma podem ser relacionados com a física e a química. Motivar escrevendo para estas ciências é outra análise pretendida, verificando se a estratégia de ensino-aprendizagem proposta foi uma mais-valia para a motivação dos alunos.

Questão de investigação e objetivos do trabalho

A problemática associada ao estudo que se deseja desenvolver com este trabalho define-se na questão de investigação: A escrita de um texto narrativo ao estilo de Júlio Verne estimula a integração de conhecimentos e motiva para a aprendizagem da física de alunos do 10ºano de escolaridade?

O mesmo teve como linha de ação as disciplinas de física e química e de português, frequentada por alunos do 10ºano. Este projeto pretendia desenvolver um estudo aliando a literacia em leitura (produção de texto narrativo) e a literacia científica, de modo a poder verificar se a utilização de estratégias de ensino centradas na produção de texto podem influenciar o desenvolvimento da literacia científica.

A escolha dos sujeitos de investigação recaiu em alunos do 10ºano do curso científico humanístico uma vez que se queria verificar se alunos que escolheram como opção académica a área das ciências e tecnologias são capazes de pensar, de questionar, de refletir, sobre as problemáticas da ciência. E ainda, no mesmo contexto, perceber se são capazes de as

expressar. Para este estudo definiram-se os seguintes objetivos, de natureza mais particular, sem preocupação de os hierarquizar:

- Desenvolver (conceber e implementar) uma abordagem de ensino-aprendizagem centrada na produção de um texto narrativo de pendor científico, inspirado em Júlio Verne, que potencie a mobilização de conhecimentos científicos de física;
- Analisar os conceitos mobilizados no texto produzido;
- Avaliar o impacto da abordagem utilizada no interesse dos alunos pelo ensino das ciências, em particular da física e da química;
- Avaliar as percepções dos alunos no que respeita às vantagens e limitações da abordagem interdisciplinar utilizada.

De acordo com o definido anteriormente, o estudo incide sob uma metodologia qualitativa interpretativa de análise de estudo de caso dos dados recolhidos sobre a construção de um livro pelos alunos onde, inicialmente, se pretendia ver mobilizados conhecimentos da unidade 1 da física: *Do Sol ao aquecimento*, mas que no decorrer do trabalho se sentiu necessidade de alargar a outras temáticas como se poderá ver na discussão dos resultados deste trabalho.

Importância da investigação

Este estudo surge numa turma cujo aproveitamento era bastante baixo à disciplina de física e química. Como tal, tornou-se ponto essencial para a futura professora investigadora conduzir o presente estudo de forma a compreender novos processos que podem facilitar a aprendizagem/motivação dos alunos.

Estes processos passam por estratégias inovadoras em sala de aula capazes de valorizarem o desenvolvimento de competências de conhecimento, raciocínio, comunicação e atitudes que neste projeto vão para além da disciplina de física e química, envolvendo também, como já referido, a disciplina de Português.

Como é do conhecimento dos mais atentos às tendências pedagógicas vigentes, as estratégias de ensino devem estar assentes num pressuposto de ensino mais centrado nos alunos e com o professor a assumir um papel de facilitador das aprendizagens e promotor da construção do conhecimento, equacionando e implementando as estratégias que melhor se adequam à heterogeneidade de alunos que tem diante de si. O próprio professor deve refletir sobre os erros que vai cometendo fazendo reajustes norteado pelas suas finalidade de ensino e pela realidade de cada uma das suas aulas.

A formação específica, segundo o programa de física e química A, tem como objetivo final a consolidação de saberes no domínio científico, que confira competências de cidadania, que promovam igualdade de oportunidades e que desenvolvam nos alunos, atitudes, valores e capacidades que os ajudem a crescer a nível pessoal, social e profissional. (Martins et al., 2001)

Ainda segundo o mesmo documento, o objetivo do ensino das ciências passa pela compreensão da ciência e das tecnologias e das suas inter-relações, bem como as suas implicações na sociedade. Este tipo de ensino privilegia o ensino em ação. É o chamado “ensino CTS.” – Ciência, Tecnologia e Sociedade. (Martins et al., 2001)

O ensino CTS tem como finalidade a formação de cidadãos científica e tecnologicamente capazes de tomar decisões fundamentadas e ações responsáveis, ou seja, cidadãos que possuam espírito crítico e de independência na resolução de problemas. Neste tipo de ensino pretende-se dar ênfase à descoberta da realidade do dia-a-dia, tendo o estudante a participação ativa adquirindo através da investigação e análise dos factos que o rodeiam, os vários conteúdos e leis que regem a física e a química. Neste tipo de ensino pretende-se abordar problemas reais, motivando os alunos para possíveis estratégias na resolução dos mesmos, permitindo que o aluno esteja ativo na construção do seu conhecimento. A abordagem a esta metodologia de ensino será feita mais aprofundadamente no capítulo 2.

Partindo deste pressuposto, a futura professora investigadora encontrou fundamento para a implementação deste estudo. Os alunos, mediante os seus próprios problemas teriam que encontrar as soluções para os mesmos. Assim, como já foi referido, foi-lhes proposto a construção de uma história em que eles seriam as personagens principais e onde teriam de mobilizar conhecimentos de física, para a resolução dos seus problemas construindo uma história acessível a qualquer leitor. A criatividade e originalidade teriam de estar presente numa escrita cientificamente correta, à semelhança de como o fazia Júlio Verne.

Desta forma, entende-se que o estudo é relevante uma vez que permite:

- Despertar uma visão reflexiva e inovadora das aulas dos professores, contribuindo para a sensibilização da importância de projetos interdisciplinares no desenvolvimento profissional do próprio docente;
- Proporcionar situações de aprendizagens que possibilitem a resolução de problemas, exploração do desconhecido e a criatividade motivando os alunos e promovendo a literacia científica;
- Identificar pontos comuns entre duas disciplinas tão diferentes, culminando num projeto que, para além dos professores das referidas disciplinas, pode envolver a própria comunidade educativa;
- Compreender se os alunos estão naturalmente despertados para o ensino CTS na resolução dos problemas por eles propostos;
- Promover o desenvolvimento da literacia em leitura (produção de texto narrativo) em uníssono com o desenvolvimento da literacia científica dos alunos.

Estrutura geral da dissertação

Este trabalho de investigação encontra-se dividido em seis capítulos que a seguir, sumariamente, se apresentam.

No primeiro capítulo faz-se a contextualização da investigação, apresentando-se os objetivos da mesma e a sua importância.

No segundo capítulo efetua-se uma revisão da literatura sobre os assuntos relacionados com o tema da investigação realizada, de modo a fundamentar o trabalho do ponto de vista teórico. Desta forma, começa-se pela análise do conceito de literacia em contextos educativos de educação em ciência, far-se-á uma breve análise à relação entre motivação e aprendizagem. Pretende-se ainda equacionar de que forma a escrita poderá estar relacionada com a aprendizagem em ciências, explorando as dinâmicas do ensino por pesquisa e do

modelo dos 5E's. Por fim, referir-se-ão aspetos importantes da escrita de Júlio Verne que influenciaram e foram determinantes na construção, pelos alunos, do projeto referido.

No terceiro capítulo apresentam-se e justificam-se todos os processos e métodos que permitiram realizar este trabalho. Neste sentido inicia-se o capítulo com uma fundamentação metodológica, seguida da descrição do estudo efetuado. Far-se-á uma breve caracterização dos participantes e das técnicas e instrumentos para a recolha de dados.

Far-se-á um breve enquadramento da proposta didática no programa de física e química A, no quarto capítulo, bem como da atividade proposta, da sua planificação, a implementação da atividade e a avaliação da mesma.

O quinto capítulo apresenta os resultados obtidos e discute os mesmos tendo como ponto de referência os conhecimentos adquiridos na realização do segundo capítulo.

O último capítulo apresenta as principais conclusões do trabalho de investigação, indicam-se as implicações do estudo e sugerem-se pistas para futuras investigações. Faz-se ainda uma reflexão final sobre este trabalho.

Apresenta-se no final a bibliografia referida ao longo da dissertação e apresentam-se os anexos que foram considerados relevantes para uma análise adequada da investigação relatada nesta dissertação.

CAPÍTULO 2

Enquadramento do estudo

Tem-se assistindo ao longo da história da educação a diversas reformas curriculares que foram surgindo numa tentativa de respostas às exigências da sociedade, na sequência de grandes mudanças sociais, culturais, económicas e políticas.

Uma das preocupações dos educadores em ciência deve ser a de renegociar a cultura da ciência escolar para ir de encontro às necessidades dos futuros cidadãos do século XXI – um público informado. (Aikenhead, 2009)

A finalidade do ensino das ciências está cada vez mais relacionada com a promoção da literacia científica dos alunos. (Chagas, 2000) A urgência está, também, na mudança de perspetiva de quem ensina, pretendendo-se ter educadores em ciência defensores de uma visão renovada de como alcançar a literacia científica. Uma das propostas mais divulgadas em vários países relaciona-se com a interação da ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) tendo como maior finalidade ajudar os estudantes a darem sentido às suas experiências quotidianas. (Aikenhead, 2009) O ensino por pesquisa, abordando situações problemas retiradas do quotidiano e utilizando estratégias de trabalho diversificadas e interdisciplinares, vai de encontro às atuais finalidades do ensino das ciências. (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2002)

Este capítulo permite fazer uma revisão da literatura no que respeita ao conceito de literacia e a sua relação com o ensino das ciências, abordando-se também a relação que a motivação do aluno pode ter na evolução da sua aprendizagem. Explicitar-se-á a importância da escrita no ensino das ciências fazendo-se uma breve reflexão sobre o ensino por pesquisa e sobre o modelo dos 5 E's proposto para a realização de uma atividade de carácter investigativo, definindo o papel do aluno e do professor. O capítulo termina com uma breve abordagem à escrita científica presente em Júlio Verne, identificando-se qual a vantagem da utilização deste autor na atividade proposta.

Literacia/literacias em contextos de educação em ciência

A ideia de uma educação em ciência para todos assumiu uma importância crescente, na sociedade contemporânea. O currículo da ciência em contexto escolar deve, desta forma, visar a formação de uma nova cidadania consciente da coligação da ciência e tecnologia com a vida pública, tendo em conta os interesses e as diferenças de cada cidadão.

Todavia, a preocupação de considerar e refletir a ciência como objeto de estudo nas escolas data já do séc. XIX. Na época, a própria comunidade científica argumentava que o mundo estava a ser dominado pela ciência e pela tecnologia e, portanto, o ensino da ciência ministrado aos alunos devia ser um treino intelectual superior. (G. S. Carvalho, (2009), Vieira (2007))

Os períodos do pós-guerra foram de grande instabilidade no que respeita à definição de objetivos para o ensino da ciência. De facto, a sociedade apercebeu-se das implicações, para o planeta e para a humanidade, da evolução quer da ciência, quer da tecnologia. Surgiram, nessa altura, vozes discordantes e movimentos anti-ciência, que consideravam o avanço da mesma prejudicial, deteriorando valores como a segurança, a lealdade, a amizade ou a generosidade. No entanto, a mudança surgiu ao nível do discurso sobre a importância da ciência nos currículos. Que existiam riscos associado à própria evolução científica era um facto, então a população necessitava de adquirir conhecimentos e competências para julgar esses mesmos riscos. Tornou-se evidente que a evolução e o domínio da ciência constituíram a mudança. Uma mudança que era necessário dominar. Acontecimentos como a corrida ao armamento, durante o período da guerra-fria bem como a conquista do espaço, iniciada em 1957 com o lançamento do satélite Spunik, promoveram o interesse de algumas pessoas pela ciência. (Vieira, 2007)

De facto, a evolução da ciência que ocorria na década de 50 foi tão rápida que a generalidade da população não conseguiu acompanhá-la, constatando-se um défice de conhecimento científico. Os currículos de grande rigor científico atraíram os estudantes com melhores resultados académicos. O ensino não tinha como prioridade dotar as pessoas de competências que lhes permitissem fazer um julgamento próprio e independente sobre os assuntos, mas privilegiava antes a erudição da própria investigação científica, destinada a preparar futuros cientistas. (Vieira, 2007)

As realidades sociais e educacionais implicaram a uma mudança significativa na conceção da educação científica, propondo uma cultura renovada para a própria ciência escolar. (Aikenhead, 2009)

Durante a década de 70, e na opinião de Vieira (2007), a generalidade dos professores apercebe-se de que era um erro manter o ensino descentrado da realidade social. Os próprios cidadãos deveriam estar conscientes dos perigos inerentes que o desenvolvimento tecnológico estava a criar, tal como evidentes problemas ambientais.

Segundo Roberts, (1983) e DeBoer, (1991) citados em G. S. Carvalho (2009), neste contexto social de reconhecida necessidade de apoio à ciência e à educação em ciências, diversos autores do mundo ocidental foram fazendo emergir diversas referências à necessidade de se desenvolver a literacia científica, embora não fosse claro o conceito que atribuíam a este termo. A última autora sublinha que o conceito de literacia científica ganhou uma elevada importância, sobressaltando porém múltiplas e várias interpretações do seu significado.

Urge, assim, ensaiar uma proposta de conceito que cubra esta nova realidade. Surgem, então várias ideias para a conceção de literacia científica de uma forma bastante ampla, que foi consignada, recentemente, no programa trienal PISA (2003) ("Programme for International Student Assessment") da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico) como a seguir se transcreve:

A literacia científica é a capacidade de usar o conhecimento científico, de identificar questões e de desenhar conclusões baseadas na evidência por forma a compreender e a ajudar à tomada de decisões sobre o mundo natural e das alterações nele causadas pela atividade humana. (OCDE, 2003)

Todavia, o termo literacia tem vindo a ser utilizado noutros contextos como literacia para a saúde, literacia informática, literacia cultural, literacia política, literacia em leitura, entre outros. (G. S. Carvalho, 2009)

Se o grande impulso no desenvolvimento da literacia científica começou nos anos 80 e se mantém até aos dias de hoje por reconhecimento da importância da ciência e tecnologia na evolução económica das sociedades ocidentais ((Lewis, 1982; Graubard, 1983; Prewitt, 1983; Bloch, 1986) citados por G. S. Carvalho (2009)), foi por se ter sentido como imperioso ver a literacia científica como um dos importantes objetivos da educação em ciências.

Porém, apesar de contemplado no PISA, a definição para este conceito continua a não ser consensual. Segundo Aikenhead (2009), a literacia científica é um conceito cultural, porque deve ser definido consoante cada país e mediante um processo de negociação. Países onde a literacia científica já está enquadrada nos próprios currículos podem servir de exemplos para inspirarem os educadores a alcançarem uma noção própria do que é a literacia científica. (Aikenhead, 2009)

No contexto deste trabalho de investigação tentar-se-á compreender, também, qual a inter-relação entre a literacia científica e literacia em leitura. Assim, é de tomar em boa nota o que os mesmo documento, OCDE (2003), refere quanto à literacia em leitura:

Literacia em leitura é a compreensão, o uso e a reflexão sobre textos escritos, a fim de atingir os objetivos de uma pessoa, para desenvolver o conhecimento e potencial e de participar na sociedade.

A inter-relação entre as duas literacias referidas parece ser de fácil associação no desenvolvimento da própria literacia científica. No caso das disciplinas científicas com um corpo próprio de conhecimento, como a ciência ocidental, não há separação entre o conhecimento e a capacidade de ler e de escrever. (G. S. Carvalho, 2009)

Graça Carvalho em *Modelos e práticas em literacia* cita Norris e Phillips (2002) que argumentam que (i) a ciência, tal como nós a conhecemos, nunca poderia ser o que é se não fosse o texto em que assenta e que (ii) dada a dependência da ciência no texto, uma pessoa que não saiba ler nem escrever estará severamente limitada à aquisição de um forte conhecimento científico, da aprendizagem e da educação. Estas duas linhas de pensamento originaram a terminologia, respetivamente, de “sentido *fundamental* da literacia científica” e “sentido *derivado* da literacia científica”. (G. S. Carvalho, 2009)

Dada a importância da relação entre o que é ensinado ao aluno e a sua vivência pessoal/social, a tríade CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) ou ainda CTSA (Ciência, Tecnologia e Sociedade e Ambiente) prolifera nos currículos escolares reforçando as relações entre aqueles três domínios. As propostas CTS originaram inovações significativas nas orientações curriculares de muitos países e estão na origem das abordagens mais recentes direcionadas para a promoção da literacia científica. (Aikenhead, 2009)

No nosso país, consta das orientações curriculares para a disciplina de física e química A do ensino secundário um ensino CTS. Pode ler-se nas orientações para o ensino da disciplina, decorrentes do programa para a mesma disciplina, o que a seguir se transcreve:

A reflexão que tem vindo a ser desenvolvida a partir dos anos 80, à escala internacional, sobre as finalidades da educação científica dos jovens levou a que cada vez mais se acentuem perspectivas mais culturais sobre o ensino das ciências. O seu objectivo é a compreensão da Ciência e da Tecnologia, das relações entre uma e outra e das suas implicações na Sociedade e, ainda, do modo como os acontecimentos sociais se repercutem nos próprios objectos de estudo da Ciência e da Tecnologia. Este tipo de ensino privilegia o conhecimento em acção (por oposição ao conhecimento disciplinar) e é conhecido por "ensino CTS" (Ciência-Tecnologia-Sociedade) ou "CTS-A" (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) dada a natureza ambiental dos problemas escolhidos para tratamento. (Martins et al., 2001)

No entanto, talvez seja importante referir alguns dos pressupostos enunciados por Cachapuz, Praia e Jorge (2002) acerca de um ensino CTS ou CTS-A que validam as opções tomadas em termos do nosso processo investigativo.

O ensino CTSA, que valoriza contextos reais dos alunos, preconiza que a aprendizagem dos mesmos deve decorrer de situações-problema, cujo objetivo será encontrar a solução. Aos aprendentes cabe a busca das respostas e, espera-se, gerar-se-á a aprendizagem. Neste processo, a construção de conceitos irá desenvolver a criatividade e atitudes de interesse e, portanto, de motivação dos alunos para com a aprendizagem das ciências. Sublinha o mesmo autor que este estilo de ensino ultrapassa a lógica estritamente disciplinar, uma vez que os alunos podem ter uma diversidade de dimensões a explorar contida no problema que exploram. Esta dimensão agrada-nos particularmente, uma vez que se concretiza a ideia de que os problemas reais necessitam de intervenção de domínios variados e complementares. Raras são as problemáticas em que uma visão meramente disciplinar é suficiente para as interpretar e resolver.

Segundo a mesma fonte, este tipo de ensino parece ser uma via promissora em termos de maior motivação intrínseca dos alunos, o que se pretende implementar também; além disso propiciará uma melhor preparação destes para darem as adequadas respostas aos problemas científico-tecnológicos e ambientais do mundo contemporâneo, bem como lhes permitirá ainda desenvolver formas de pensamento mais elaboradas. (Cachapuz et al., 2002)

Parece evidente a estreita relação entre este tipo de ensino e o desenvolvimento da literacia científica que se espera que os próprios alunos consigam. O programa orientador para a disciplina refere que qualquer currículo e correspondente programa devem ser

adequados ao país e ter, por isso, em conta a realidade das escolas e da sociedade portuguesa (em especial alunos e professores). No entanto, a revisão curricular deve assumir frontalmente o dever que lhe assiste de recuperar atrasos e de contribuir para um nível de literacia e cultura mais elevado dos alunos que frequentam a escola, permitindo-lhes competir com os colegas de países mais desenvolvidos. (Martins et al., 2001)

Partindo destes pressupostos, o professor deve sempre desenvolver atividades mais abertas, valorizando contextos não estritamente académicos, mas que devem surgir mais por necessidade de encontrar (re)soluções para problemas com que os alunos se debatem. O importante é ajudar o aluno a construir o seu percurso, no desenvolvimento do seu conhecimento científico, bem como das suas múltiplas facetas, colocando desta forma o próprio aluno numa situação de cidadão ativo, que deve desempenhar competentemente os papéis e partilhar responsabilidades com os seus pares. O aluno tem de conseguir encontrar soluções e aprender a decidir em situações pluridisciplinares, em que a voz da ciência é mais uma das diversas vozes da sociedade. (Cachapuz et al., 2002)

As propostas curriculares têm tido a preocupação de ir ao encontro do desenvolvimento da literacia/ literacias dos alunos. No entanto, alguns autores referem que estas ainda são limitadas, pois não contemplam situações que permitam ao aluno tomar decisões e agir de acordo com elas. (Chagas, 2000)

Um dos autores que mantém esta opinião é Hodson (1998) ao referir que ao aluno deve ser proposta uma abordagem personalizada e crítica da própria ciência, para que este se sinta capacitado para empreender ações apropriadas, responsáveis e fundamentadas, no que diz respeito a questões sociais, económica, ambientais, éticas e morais. Esta perspetiva crítica é possível, segundo Hodson, se o aluno:

- *aprender ciência*, adquirindo conhecimento conceptual e teórico;
- *aprender acerca de ciência*, compreendendo a natureza, a história e os métodos da ciência, assim como as relações CTS;
- *fizer ciência*, adquirindo experiência em investigação científica e na resolução de problemas.

Nas componentes da formação científica, veiculadas pelo programa da disciplina de física e química, a ideia referida por Hodson é facilmente identificável. Segundo o mesmo documento, a formação científica dos cidadãos em sociedades de cariz científico/tecnológico

deve incluir três componentes, a saber: a educação em Ciência, a educação sobre Ciência e a educação pela Ciência. A primeira dimensão em causa é a dimensão concetual do currículo, o conhecimento *per si* (conceitos, leis, princípios, teorias), aspeto esse tradicionalmente mais realçado nos programas anteriores. A educação sobre a ciência deve salientar a natureza da própria ciência, ou seja, os aspetos metacientíficos. Nesta dimensão supõe-se que os alunos se questionem sobre o conhecimento científico. No entanto, é importante que esta reflexão extrapole a validade científica interna, como métodos e processos científicos, e se debruce sobre processos e objetos técnicos usados no dia-a-dia; discutem-se problemáticas sócio-científicas, relevando a ciência como uma parte do património cultural da nossa época. (Martins et al., 2001)

Um programa que tem na sua essência o desenvolvimento da literacia científica nos alunos envolverá, presentemente, um conjunto diversificado de competências, capacidades, atitudes e valores acerca dos produtos e processos contemporâneos da ciência e da sua implicação na vida pessoal e na sociedade. Importante é considerar que estas aprendizagens vão muito além do período de escolaridade do indivíduo, desenvolvendo-se e progredindo ao longo de toda a vida. Todos eles (competências, capacidades, atitudes e valores) são de igual importância e implicam práticas de ensino e de divulgação múltiplas e diversificadas. (Chagas, 2000)

Apesar do currículo ser fortemente direcionado para uma abordagem CTS e CTS-A, os conteúdos devem ser transformados, isto é, reconstruídos de acordo com as exigências idiossincráticas do contexto, num conhecimento diferente da própria ciência, quando o estudante é capaz de dar um sentido ao conteúdo aprendido, fomentando a sua utilização; será sempre mais do que a abordagem literal da sala de aula. (Aikenhead, 2009)

O papel relevante do professor ao propor estratégias que envolvam o aluno na construção e envolvimento da sua aprendizagem parece ser um fator determinante para que os alunos desenvolvam a sua literacia.

Apesar dos esforços para que os currículos se integrem assentem a sua metodologia no ensino CTS, CTSA, há ainda relatórios que confirmam que a tendência generalizada internacionalmente é a de manter práticas que reforçam o ensino convencional da ciência, centradas na aquisição de terminologias, factos, princípios e leis (Ambrósio, Oliveira e Chagas, 1994; Hurd, 1998; Millar, Osborne e Nott, 1998; NAP, 2000 citados em Chagas (2000)). Porém, da literatura revista, parece-nos que tais práticas não permitem a aquisição

dos múltiplos e diversificados objetivos de um programa de literacia científica, questão a que voltaremos mais à frente neste texto.

Em contraste, observa-se atualmente um vasto leque de metodologias e estratégias que envolvem o aluno numa multiplicidade de aprendizagens. Entre essas destacam-se aquelas que fundamentam a pesquisa e a investigação científica para que os alunos obtenham as suas próprias respostas, envolvidos na resolução de problemas e no trabalho colaborativo. (Chagas, 2000)

Este nosso trabalho de investigação decorre de um currículo fortemente direcionado para o ensino CTS, CTSA, pretendendo, no entanto, utilizar uma metodologia interdisciplinar, observando qual o impacto desta abordagem na visão do próprio aluno relativamente à disciplina de física e química. Na realidade, interessa-nos perceber a influência desta abordagem no grau de motivação dos alunos, bem como o sucesso efetivo das suas aprendizagens, pelo que nos centraremos agora nestas duas vertentes.

Motivação e Aprendizagem

Em qualquer sistema educativo um aspeto relevante a ter em conta é que cada aluno é um ser individualizado que, pela sua marca identitária, não se deve perder no meio de uma multidão inerente à situação de educação para massas. Como tal, torna-se necessário preservar as suas características, ajudar a desenvolver as suas habilidades e potenciais. Estas habilidades são, segundo Pereira (2010), fruto da influência de um número de fatores individuais que podem afetar positiva ou negativamente a sua atitude em relação às atividades educativas e, conseqüentemente, o seu desempenho académico.

O professor ocupa um papel determinante no processo de ensino-aprendizagem do aluno, sendo que o planeamento e o desenvolvimento das aulas realizadas pelo professor são reconhecidos por todos como fatores determinantes para a motivação dos alunos. O professor deve estruturar o seu trabalho conforme as necessidades dos seus alunos, devendo estar atento aos momentos emocionais e ansiedades dos mesmos. (Moraes & Varela, 2007)

Importa, neste contexto, analisar a importância da motivação no processo de ensino-aprendizagem do aluno. A palavra motivação está permanentemente ligada ao processo de

aprendizagem e, por seu intermédio, o aluno pode chegar mais facilmente a um desempenho escolar positivo, atingindo resultados desejáveis. (Moraes & Varela, 2007)

A motivação pode ser vista como aquilo que move as pessoas para agir, pensar e desenvolver-se. Segundo Deci e Ryan (citados por Afonso & Leal (2009)) a motivação pode ser estudada do ponto de vista dos mecanismos cerebrais e fisiológicos, não podendo dissociar-se, no entanto, de variáveis socioculturais que influenciam não só o que as pessoas fazem, mas também o modo como se sentem quando agem, bem como as consequências que advém dos seus atos.

Ajello, citado por Pereira (2010), diz que a motivação deve ser compreendida como o *enredo* que apoia o desenvolvimento de atividades que sejam significativas para o indivíduo que nelas se envolve. Em termos educativos, um aluno motivado encontra-se predisposto para aprender, fazendo-o de forma autónoma.

Em termos de dimensões psicológicas a motivação na área da educação pode ser classificada como intrínseca e extrínseca. (Mizuno et al., 2011) Ainda de acordo com Ajello, a motivação intrínseca está relacionada com o envolvimento do indivíduo em determinadas atividades tendo gosto em realizá-las, independentemente de vir a obter ou não reconhecimento.

O indivíduo está intrinsecamente motivado quando revela ter elevadas expectativas e predisposição para agir, desenvolvendo uma ação pelos sentimentos positivos que ela envolve e propicia. (Afonso & Leal, 2009). Segundo Deci e Ryan, citados por Afonso & Leal (2009), a motivação extrínseca implica que o envolvimento numa atividade leve a consequências que estão separadas dela, ou seja, o indivíduo age para obter uma recompensa ou evitar a punição.

Muitos autores consideram estes dois tipos de motivação como extremos de um mesmo conceito, enquanto outros consideram que estar intrinsecamente ou extrinsecamente motivado é como vivenciar duas ações bastante distintas. Todavia, numa série de situações é bem possível que se esteja motivado de ambas as maneiras. (Afonso & Leal, 2009)

Na sequência da leitura de Pereira (2010), concebeu-se a intervenção didática em estilo de enredo uma vez que as planificações e as aulas delas decorrentes foram concebidas para que se criassem nos aprendentes expectativas e curiosidades motivadoras da ação futura, isto é, a concretização do projeto de escrita. Assim, cada aula foi iniciada por uma sequência de

vídeos que, aportando informação de carácter científico, foram tratados ao jeito de um enredo/história alusivo ao conteúdo lecionado.

Além disso, movia-nos a convicção de que a motivação do indivíduo é uma variável que está relacionada com o desempenho escolar do mesmo. Quanto mais motivado está o aluno, mais o seu desempenho poderá ser melhorado. Porém, a importância do papel do professor no processo motivacional dos alunos influencia drasticamente quer a promoção de aprendizagem, quer a promoção de motivação para que o sucesso escolar seja alcançado.

Escrever para aprender ciências

A linguagem tem um papel fundamental na aprendizagem das ciências, mais do que lhe é, habitualmente, atribuído. (Alev, 2010)

Fang (2004) refere que a linguagem em ciência tem de ser distinta da linguagem quotidiana dos alunos, daí que defenda que os professores de ciências devem ter isso em conta e melhorar o uso da linguagem científica quando dão aulas aos seus alunos.

A capacidade de ler e escrever é, em ciência, um pré-requisito para o desenvolvimento da literacia científica. Algumas teorias contemporâneas de ensino e aprendizagem em ciência contemplam cidadãos mentalmente e fisicamente ativos. O que se espera dos alunos é que consigam obter informação de diferentes fontes e, conseqüentemente, questionar, analisar, criar resumos, sintetizar, tirar conclusões. A leitura e a escrita em ciência têm aqui um papel relevante, uma vez que permitem que os alunos se questionem, tomem notas durante as suas leituras, resumam, encontrem informação relevante, criem significados, avaliem, construam o seu próprio conhecimento pessoal e o comuniquem aos outros. (Alev, 2010)

A escrita é uma das principais competências que um indivíduo deve adquirir e desenvolver ao longo do seu percurso escolar, constituindo-se mesmo como um dos indicadores da eficácia da própria escola. A escrita possui um papel de relevo nos processos de construção, elaboração e expressão de conhecimento no quadro das diferentes áreas disciplinares sendo neste contexto que a escrita é revelada como ferramenta de aprendizagem. (J. A. B. Carvalho et al., 2006)

Vários estudos, (Mão e Prain (2002), Roth e Duit (2003), Florence e Yore (2004), Fang, (2004), Gunel et al (2007), Günel et al (2009) e Günel (2009)) são citados por Alev (2010) como sendo reveladores de que as atividades linguísticas desenvolvidas pelos alunos melhoram tanto a compreensão dos conceitos, como o próprio uso de linguagem científica correta.

Todavia, parecendo inquestionável esta dimensão, a pesquisa sobre a linguagem em áreas específicas de aprendizagem foi iniciada nos Estados Unidos por Britton e o seu grupo de pesquisa. (Britton (1970); Britton, Burgess, Martin, McLeod, & Rosen, (1975); Martin (1992) citado por Keys (1999))

Britton argumenta que a expressão oral de uma criança que é sujeita a uma nova área de interesse explica a forma como esta explorou e investigou a sua nova experiência. Este discurso é o ponto de partida para a escrita. Segundo o mesmo autor, a escrita jovem pode ser rotulada como expressiva, pois vai traduzir as experiências vividas no dia-a-dia. A escrita expressiva é por isso considerada informal, onde não há preocupação com o julgamento dos outros. O “escritor” pode, então, concentrar-se e fazer conexões com conhecimentos prévios, explicando o assunto a si mesmo. O mesmo autor refere que à medida que se vai avançando na idade escolar, a escrita torna-se cada vez mais voltada para o professor no papel de avaliador, tendo como principal função ser informativa. Desta forma Britton e o seu grupo de pesquisa advogam o desenvolvimento de uma linguagem expressiva, através da escrita, ao longo de todo o currículo. (citado por Keys (1999))

Vários outros modelos centrados no processo de escrita surgiram posteriormente, tal como a seguir referiremos.

Flower e Hayes (1981), por exemplo, concebem o ato de escrita como uma tarefa de resolução de problemas no âmbito da qual processos como planificação, redação e revisão emergem como componentes essenciais. (J. A. B. Carvalho et al., 2006) Segundo estes autores, a escrita permite a transformação de um código para outro, por exemplo, do código visual para um código de escrita. (Klein, 1999)

Young e Sullivan (1984) concebem o ato da escrita como forma de se poder exteriorizar ideias do texto e, em seguida, relendo, podem gerar-se novas inferências. (Klein, 1999)

Bereitei e Scardamalia (1987) propõem um modelo que designam de transformação de conhecimento (knowledge-transforming), defendendo que é a capacidade de transformar a

informação recolhida pela memória, pondo-a em contexto comunicativo, sendo este o processo mais importante na construção do conhecimento. Estes autores distinguem essa escrita adulta da escrita em desenvolvimento, associando esta a um modelo de explicitação de conhecimento (knowledge-telling). O que caracterizará esta escrita menos desenvolvida é o menor grau de elaboração da informação, à medida que vai sendo ativada na memória, funcionando a associação de ideias como o principal fator de criação de conteúdo.(J. A. B. Carvalho et al., 2006; Klein, 1999)

Newell (1984) defende que, utilizando diferentes géneros literários, quem escreve pode organizar melhor as relações entre os elementos do texto e os elementos que conhece. (citado por Klein (1999))

Pelo relevo que assumiu no contexto de desenvolvimento dos modelos merece destaque o movimento Writing Across the Curriculum (WAC), desenvolvido nos Estados Unidos a partir da década de 70. Segundo o mesmo movimento, sendo a escrita simultaneamente um meio de comunicação e meio de aprendizagem, esta não deve ser tratada apenas na aula de língua materna. Pelo contrário, deve ser assumido um compromisso por todos os intervenientes do currículo, independentemente do nível de ensino ou da disciplina em causa. No contexto do ensino das ciências adquire particular relevância o movimento designado por Science Writing Heuristic (SWH). Esta conceção de escrita como ferramenta de aprendizagem tem vários defensores, como, por exemplo, os citados por J. A. B. Carvalho et al. (2006): Emig (1977), Martlew (1983), Applebee (1984), Olson (1995). Tais autores consideram que o recurso à linguagem escrita pode ser um fator de desenvolvimento cognitivo, que facilita a estruturação do pensamento, essencial à emergência do raciocínio lógico e formal. A escrita pode facilitar a reflexão sobre as ideias e sobre a linguagem que, ao serem organizadas no papel, se tornam mais concretas e permanentes. A comunicação por escrito ocorre, na maioria dos casos, na ausência do real e como tentativa da sua explicitação. (J. A. B. Carvalho et al., 2006)

Mas, tendo em conta o projeto que nos ocupa, que importância podem ter estes modelos do processo da escrita na construção ativa do conhecimento do aluno na disciplina de física e química? Parece-nos que conseguimos ver neles pilares do processo de ensino aprendizagem levado a cabo: concebeu-se uma dinâmica interdisciplinar, tal como preconiza o movimento WAC; visou-se a resolução de problemas através de momentos de planificação e redação (segundo Flower e Hayes) e propôs-se que explicassem a informação obtida nas aulas de física e química em textos de escrita criativa e expressiva (Bereitei e Scardamalia e o grupo de

pesquisa de Briton); chegados ao fim, os testemunhos dos alunos indicaram que a escrita facilitou a sua aprendizagem e a forma de organizarem o seu pensamento, tal como defende o movimento SWH. Resta, agora, refletir sobre a pertinência e consistência dos conhecimentos adquiridos; mais uma vez, a literatura revista parece vir fundamentar as opções feitas.

Glynn & Muth (1994) referem que os alunos que escrevem sobre temas científicos invocam conhecimento da ciência apreendido anteriormente, demonstrando conhecimento sobre o processo de ciências. Escrevendo as atividades que envolvem o conhecimento da ciência ativam o conhecimento do mundo, podendo fornecer ajudas essenciais em contextos do mundo real. A escrita sobre temas científicos pode ajudar a garantir aprendizagem construtiva em vez de memorização. (Holliday et al.(1994); Keys (1994) citado por Glynn & Muth (1994)).

A competência da escrita interligada à ciência numa atividade proposta aos alunos pode construir novos entendimentos (interpretações) nas suas memórias cognitivas. Os entendimentos construídos têm a vantagem de serem significativos e não memorizados e, conseqüentemente, facilmente aplicáveis em contextos reais. A competência da escrita em ciência pode recuperar da memória a longo prazo uma série de habilidades que podem facilitar a capacidade de expressão tais como: a metacognição, construção de ideias, relação entre as ideias e produção e revisão do texto. Estas habilidades são consistentes com as encontradas e referidas nos modelos gerais do processo de escrita. (Glynn & Muth, 1994)

Citando Kosh (2001), evocado por Alev (2010): “Um vasto recurso a apenas representações gráficas e numéricas é a forma de comunicação que se utiliza tradicionalmente no ensino de física em detrimento da comunicação verbal.” A comunicação verbal pode envolver a leitura, a escrita, a fala e a escuta. Estas comunicações verbais requerem atividades de sala de aula relacionadas com as competências destes domínios conduzindo a uma melhoria na compreensão dos conceitos. (Alev, 2010)

A produção de textos envolve a competência da comunicação de uma representação mental através de frases escritas. Ao produzir um texto, os alunos dependem da gramática aprendida, incluindo vocabulário, sintaxe e ortografia. Revendo os próprios textos, os alunos podem adicionar, excluir e modificar o texto a fim de o melhorarem. A escrita dos alunos desenvolve-se à medida que estes se desenvolvem ao longo do período escolar. Segundo Bereiter (1980) citado por Glynn & Muth (1994) a escrita dos alunos nos primeiros anos de escolaridade é uma escrita associativa, exprimindo ideias simples, tal como vêm ao nosso

pensamento. Com o crescimento e a aprendizagem, a escrita dos alunos evolui, centrando-se no seu conhecimento. (Glynn & Muth, 1994)

Tal conhecimento decorre, não só da transmissão de conhecimentos por parte do professor, mas, sobretudo, e tal como já foi referido anteriormente, de processos de procura e pesquisa sobre os quais nos iremos deter de seguida.

Ensino por pesquisa

O ensino por pesquisa é a perspetiva mais relevante e atual para o ensino das ciências sendo uma visão ligada aos interesses quotidianos e pessoais dos alunos, socialmente e culturalmente situada, e também geradora de maior motivação. Os alunos passam a perceber os conteúdos enquanto meios necessários ao exercício de pensar. Nesta perspetiva, os alunos discutem problemáticas abertas com incidência social, que vão evoluindo para o exercício da pesquisa, quer entre os elementos de um grupo ou mesmo entre os grupos, envolvendo os alunos cognitivamente e afetivamente. (Cachapuz et al., 2002)

A aprendizagem das ciências deixa de ser focada apenas na aquisição dos conhecimentos ou processos científicos, preocupando-se com a utilidade dos mesmos no quotidiano pessoal e social dos alunos. Segundo Cachapuz et al. (2002) esta perspetiva de ensino invoca a inter e transdisciplinaridade, uma vez que para compreender a globalidade e complexidade do mundo é necessária a conciliação de todas as áreas disciplinares; a abordagem de situações-problema do quotidiano que podem auxiliar os alunos na construção de conhecimentos, refletindo sobre os processos da ciência e da tecnologia, bem como as suas implicações na sociedade e no ambiente, são ainda ideias a reter. Este pressuposto, irá possibilitar também, *a posteriori*, a tomada de decisões informadas, ações responsáveis e o desenvolvimento de competências propícias a um desenvolvimento sustentável. Em situações de lecionação mais tradicionalista, um modelo deste tipo assume-se como pluralismo metodológico, ou seja, promove a utilização de estratégias de ensino e aprendizagem variadas, nomeadamente ao nível das novas orientações para o trabalho experimental. Ganha-se, ainda, com a substituição de uma avaliação não classificatória por uma verdadeiramente formadora, envolvendo todos os intervenientes no processo de ensino aprendizagem, tendo em conta os diferentes contextos situacionais, quer dos alunos, quer da turma, quer das próprias condições de trabalho.

O papel do professor, nesta perspectiva de ensino, centra-se na orientação, organização e partilha de informação ao aluno. Deve criar momento de interação e reflexão crítica entre os alunos, incentivando ativamente a sua participação. No que diz respeito ao papel do aluno, este assenta na construção das suas aprendizagens a partir das opiniões fundamentadas que lhe são exigidas. (Cachapuz et al., 2002)

Com a perspectiva de ensino por pesquisa, pretende-se que o aluno consiga organizar uma representação global do conhecimento que lhe permita relacionar os saberes de diversas áreas, de modo a dar respostas a situações problema do dia-a-dia. Uma vez que o aluno é o responsável pela procura de soluções para diversos problemas, esta perspectiva promove o desenvolvimento de competências necessárias para uma vida ativa em sociedade.

As sucessivas reformas do ensino das ciências trouxeram oportunidades de transformar as aulas de ciências em espaços de aprendizagem ativos e motivadores. Os professores de ciências dispõem de diversas estratégias e técnicas para auxiliar os alunos a raciocinarem e a pesquisarem tais como: colocar questões, recolher informação e resolver problemas. A combinação destas ferramentas pedagógicas deve tornar o ensino e a aprendizagem de ciências desafiador quer para professores, quer para alunos. A sua utilização combinada ajuda os alunos na construção dos conceitos fundamentais de ciência conduzindo a uma melhor compreensão de si mesmos e do mundo. (Chiappetta, 1997)

No âmbito das estratégias ao dispor dos docentes de ciências, apresenta-se de seguida o modelo dos 5E's que enformou a atividade escrita proposta aos alunos no contexto deste trabalho e parte central do processo desenvolvido.

Modelo dos 5 E's

A escrita é vista como uma competência transversal e multifuncional, ou seja, como já foi discutido anteriormente, pode ser uma ferramenta de aprendizagem, cujo domínio constitui um importante fator de sucesso escolar. (J. A. B. Carvalho et al., 2006)

As atividades propostas aos alunos devem levá-los a serem capazes de elaborar os seus próprios projetos. Estas atividades devem ser elaboradas com uma série de propósitos no que concerne as aprendizagens realizadas pelos alunos, daí lhes ter sido proposto o modelo dos 5 E's para os atingir, tal como preconiza Bybee (2001) e Bybee et al. (2006).

A aquisição de conhecimento é mais fácil quando os estudantes veem uma necessidade ou motivo para utilizar os seus conhecimentos, ajudando-os a refletir e a verificar o uso relevante do que sabem para entender o que estão a aprender. Este modelo pode constituir um modo de estrutura num processo investigativo. (Bybee, 2001)

O modelo apresenta-se dividido em 5 fases: motivar(*engage*), explorar(*explore*), explicar(*explain*), desenvolver (*elaborate*) e avaliar(*evaluate*) e que, esquematicamente, se pode ver na figura 1. (Lorsbach, 2008)¹

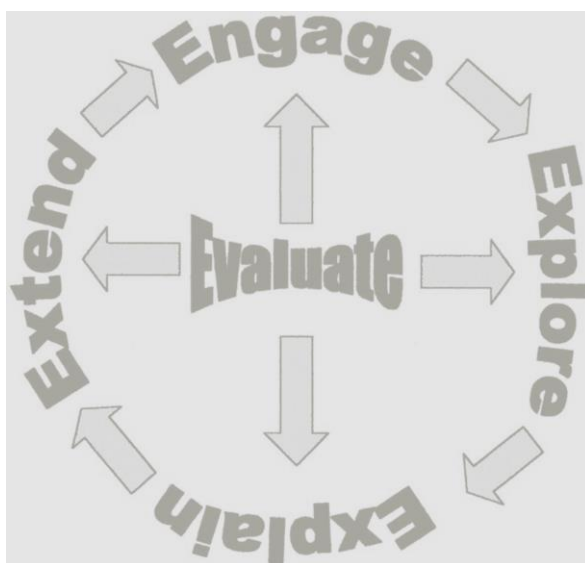


Figura 1 - Modelo dos 5 E's

Na fase da MOTIVAÇÃO (*engage*) tenta-se despertar a curiosidade e interesse dos alunos para o estudo de um determinado tópico ou assunto, partindo da apresentação de uma proposta de trabalho. Na fase EXPLORAR (*explore*) fomenta-se o trabalho de grupo sem orientação direta do professor. Os alunos podem completar a atividade que estão a realizar usando o conhecimento prévio e gerando novas ideias, explorando questões e possibilidade, desenhado e conduzindo a sua própria investigação na atividade. Na fase EXPLICAR (*explain*), pretende-se uma articulação entre as observações, ideias, questões e hipóteses colocadas pelos alunos. É dada a oportunidade aos alunos de explicarem os conceitos que surgiram no decurso da atividade que estão a realizar, utilizando as suas próprias palavras. Nesta fase o professor deve clarificar os conceitos, ajudar na construção do texto a produzir, utilizando,

¹ Tradução da futura professora investigadora; manteve-se a designação em inglês a fim de obviar a sigla.

para discussão, a experiência de aprendizagem dos alunos. Na fase DESENVOLVER (*extend*) pretende-se que os alunos relacionem conceitos, aplicando-os a situações para eles desconhecidas. Nestas novas situações, os alunos desenvolvem um conhecimento mais amplo e profundo. A fase AVALIAR (*evaluate*) deve estar presente durante toda a realização da atividade proposta (tal como a representação gráfica o apresenta), permitindo que os alunos reconheçam a evolução na construção de novas aprendizagens bem como tornem mais clara a forma como a elas chegaram. Os professores também devem avaliar o progresso do aluno, tendo em vista alcançar os objetivos da atividade. (Bybee, 2001; Bybee et al., 2006)

Este modelo, utilizado desde 1980, descreve uma sequência de ensino que pode ser usada para programas inteiros, específicos, unidades, aulas individuais, etc., embora apareça muitas vezes associado a atividades laboratoriais. O modelo instrutivo 5E's pode, pelas suas características, desempenhar um papel significativo no processo de desenvolvimento curricular, bem como na divulgação de materiais curriculares para as salas de aula. (Bybee et al., 2006)

Facilmente se constata, pela inclusão desta seção no presente trabalho, que se adaptaram as fases deste modelo ao trabalho realizado nesta investigação. Os alunos passaram efetivamente pelos processos transcritos, apesar de não se tratar de uma atividade laboratorial, mas de uma atividade de construção de um texto narrativo. Com este processo de escrita pretendia-se que, perante uma situação proposta, os alunos desenvolvessem as suas próprias soluções baseadas nos seus conhecimentos. A esta questão voltar-se-á no capítulo 4.

Qualquer que seja a atividade proposta pelo professor e independentemente do modelo seguido para a sua execução, a mesma se fundamenta no objetivo de permitir o desenvolvimento de competências. Este desenvolvimento não é estanque e acompanha o ser humano ao longo da sua vida. As competências permitem que os indivíduos compreendam e participem na tomada de decisões, adotando um comportamento responsável, autónomo e criativo neste mundo em permanente mudança. Considera-se um indivíduo competente aquele que sabe usar os saberes (*saber ser, saber fazer, saber estar*), os conhecimentos e o seu raciocínio. Alonso (2000) define competência da seguinte maneira:

(...) ser competente implica a mobilização das atitudes, como fator essencial para o desenvolvimento dessa dimensão tais como: a flexibilidade, a reflexão, a autocrítica, a abertura à inovação e à pesquisa, o aprender a aprender, o diálogo, o trabalhar em equipa e o respeito pela diferença. (citado por Galvão et al. (2006))

Escrever a ciência com Júlio Verne

A utilização de diversas metodologias em contexto de sala de aula tem sido proposta por diversos autores, sendo que uma das vertentes defendidas e estudadas por alguns pesquisadores é a utilização de ficção científica.

Martin Diaz propõe o uso de ficção científica nas aulas de física argumentando que esta pode ser uma ferramenta útil para ajudar a atingir alguns objetivos na educação científica como aumentar a motivação e o interesse dos estudantes, desenvolver atitudes positivas em relação à ciência, promover a criatividade dos estudantes e uma mudança crítica de mentalidade, etc. (citado por Piassi (2013))

A obra literária de Júlio Verne é um exemplo literário de ficção científica que pode ter características favoráveis à divulgação das ciências, à apresentação de conceitos e à contextualização dos conteúdos presentes nos manuais.

Recorde-se, por considerarmos pertinente para esta explanação, quem foi Júlio Verne (1828-1905). Escritor francês nascido na cidade de Nantes foi um reconhecido divulgador de ciência e encontram-se, em muito dos seus livros, referências a factos hoje conhecidos na realidade. Estudou direito em Paris, mas foi influenciado pelas conquistas científicas e técnicas da altura que começou a sua obra literária. Escreveu cerca de 80 livros e montou 15 peças de teatro. Conquistou leitores fiéis, uma vez que as suas obras falam da humanidade e do seu futuro, concebendo vários avanços no mundo tecnológico que estava prestes a começar no final do século XIX. (Ferreira & Raboni, 2010)

A literatura de ficção científica tem como objetivo apresentar aproximações para a construção da realidade, com ou sem rigor científico. (Ferreira & Raboni, 2010) No que diz respeito aos livros de Júlio Verne, são vários os elementos científicos referidos nos seus livros, quer pelo uso de instrumentos existentes em investigação científica sua contemporânea (por exemplo, a utilização do barómetro para medir as diferenças de pressão), quer antecipando, por exemplo, a viagem à lua ou ainda uma espécie de navio com hélices análogo a um helicóptero. Ao analisar a sua literatura de ficção científica, é de notar que elementos antes vistos como ficção, hoje são reais e atuais.

De notar ainda que a obra deste romancista tem proximidades, já no século XIX, com os objetivos do movimento CTS, já referidos neste trabalho, que são, lembre-se, tornar os

conhecimentos científicos e algumas das suas implicações acessíveis ao grande público. Apesar de se estar a falar de romances de ficção científica, não necessariamente presentes em sala de aula, são notórios os exemplos que Júlio Verne apresenta nas suas histórias ao tratar o conhecimento científico como constituinte da esfera social e como responsável por invenções revolucionárias que mudam a vida das pessoas em diversas circunstâncias. (Ferreira, 2011)

Na senda do acima exposto, e numa estreita colaboração com a professora de português, a futura professora investigadora de física e química solicitou aos alunos a análise de pequenos excertos de ficção científica de Júlio Verne, a fim de se familiarizarem com a sua obra e com o seu estilo. Numa fase subsequente, como já mencionado, foi-lhes proposta a redação de um livro que demonstrasse quer a mobilização de conceitos físicos lecionados durante as suas aulas, quer a apreensão do estilo do autor aprendida através da leitura e análise, quer ainda, inevitavelmente, a sua imaginação.

CAPÍTULO 3

Fundamentação metodológica

Sempre que possível, uma ciência apoia os seus postulados teóricos em dados observáveis e replicáveis. Por este facto torna-se evidente a importância de precaver os procedimentos metodológicos e as afirmações que se produzem neste processo de construção de conhecimento. Partindo de relações entre os fenómenos, cabe ao investigador procurar evidências para descrever ou negar factos. (Almeida & Freire, 2007)

Ainda segundo o mesmo autor, escolher uma metodologia de investigação a utilizar, na abordagem de um determinado problema, é sempre condicionada por uma série de opções e conceções que devem refletir sobre a natureza do problema em estudo, os objetivos do estudo, o tipo de questões a que o estudo procura responder, a perspetiva do investigador relativamente às vias possíveis de abordar esse problema e, finalmente, o papel do investigador no processo de investigação e a sua relação com os sujeitos envolvidos na investigação.

Pardal & Soares (2009) fazem uma classificação dos métodos de investigação de acordo com critérios de procedimentos científico – de generalização, de concentração no objeto de estudo, de obtenção e tratamento de dados. Apresenta-se, de seguida, uma adaptação da proposta dos referidos investigadores:

Tabela 1 - Classificação dos métodos de acordo com critérios de procedimentos científicos

	Método	Descritores gerais do método
Quanto à generalização	Nomotético	Estuda aspetos gerais e regulares do fenómeno. Preocupações de cariz mais generalista.
	Ideográfico	Estuda factos particulares. Sem preocupações generalizadoras.
	Estudo de caso	Analisa, de modo intensivo, situações particulares. Sob condições limitadas, possibilita generalizações empíricas.
	Comparativo	Deteta causas de diferenças ou semelhanças nos objetos de estudo, viabilizando sugestões de explicação.

	Método	Descritores gerais do método	
Quanto à centração no objeto de estudo	Experimental	Estudo, em geral, por controlo e manipulação de variáveis.	a) por provocação: modificação intencional de uma variável independente por outra do mesmo tipo b) em laboratório c) no campo: no meio habitual.
	Clínico	Estudo de casos individuais em profundidade.	Em situação Em laboratório
Quanto à obtenção e tratamento de dados	Quantitativo	Privilegia o recurso a instrumentos e a análise estatística.	
	Qualitativo	Privilegia, na análise, o caso singular e operações que não impliquem quantificação e medida.	

Tendo em conta a descrição anterior interessa situar o presente estudo. Quanto à generalização, o nosso trabalho pressupõe um estudo de caso e quanto à obtenção e tratamento de dados constituir-se-á como análise qualitativa e descritiva, a partir dos quais se fará uma síntese.

O estudo de caso

O estudo de caso é uma estratégia investigativa através da qual se procura analisar, descrever e compreender determinados casos particulares (de indivíduos, grupos ou situações), podendo posteriormente encetar comparações com outros casos e formular determinadas generalizações. (Morgado, 2012)

Na opinião de Morgado (2012), o estudo de caso é uma técnica apropriada para procurar explicar os aspetos pertinentes de um dado acontecimento ou situação, podendo proporcionar informação específica sobre um projeto, uma inovação ou um acontecimento durante um determinado período de tempo. Para este autor, o estudo de caso é um processo de investigação empírica que permite estudar fenómenos no seu contexto real e no qual o

investigador, não tendo o controlo dos eventos que aí ocorrem, nem das variáveis que os conformam, busca apreender a situação na sua totalidade. A *posteriori* e, de forma reflexiva, criativa e inovadora, o mesmo procura descrever, compreender e interpretar a complexidade do(s) caso(s) em estudo, lançando luz sobre a problemática em que se enquadra(m) e, *inclusive*, produzindo novo conhecimento sobre o(s) mesmo(s).

Segundo Yin (citado por Pardal & Soares (2011)), a definição de estudo de caso é:

[...] uma investigação empírica que investiga um fenómeno contemporâneo dentro do seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenómeno e o contexto não estão claramente definidos.

A investigação de estudo de caso enfrenta uma situação tecnicamente única em que haverá muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados e baseia-se em várias fontes de evidência como resultado. Procura-se que os dados convirjam num formato de triângulo e, como outro resultado, beneficia-se do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta e análise de dados.

Os referidos autores Pardal e Soares (2011) referem ainda Bruyen et al. para quem os estudos de caso podem, globalmente, ser agrupados em três grandes conjuntos: de *exploração* - tipo de estudo que visa abrir caminhos a futuros estudos; *descritivos* - tipo de estudo centrado num objeto, analisando-o detalhadamente, sem assumir pretensões de generalização e *práticos* - estudos que se preocupam com obtenção de resultados para posterior avaliação. Seguindo esta designação, considera-se que o estudo levado a cabo se pode enquadrar no âmbito dos estudos exploratórios e descritivos. O processo desenvolvido constituiu-se como inovador nas práticas pedagógicas conhecidas, deixando antever várias possibilidades de continuação e centrou a sua análise na descrição de um caso em particular.

Análise qualitativa

O método qualitativo supõe que, para entender o mundo, precisamos de nos concentrar nos contextos prestando, por exemplo, atenção à história, à temática, ao uso da linguagem, aos participantes de um evento especial, a outros acontecimentos. Já o método quantitativo supõe que o mundo pode ser medido e que os números captam com precisão a “probabilidade da verdade” sobre alguma coisa. (Sousa, 2012)

Tendo em consideração o objeto de estudo, considerou-se que a metodologia qualitativa seria a que melhor daria conta dos resultados obtidos. Dado que o enfoque era um estudo de caso, com o objetivo de descrever e interpretar dinâmicas realizadas em contexto escolar, considerou-se que a natureza contextual do mesmo e a implicação enquanto observadora participante faria incorrer numa análise qualitativa, embora associada à recolha e análise de alguns dados estatísticos.

No modelo qualitativo de investigação, pretende-se compreender melhor e mais profundamente os comportamentos e experiência humana. Esta abordagem fornece uma informação detalha sobre um número reduzido de intervenientes, mas com uma maior profundidade de compreensão dos casos e situações estudadas. A investigação qualitativa apresenta, teoricamente, cinco características: (i) o investigador frequenta o local de estudo, preocupando-se com o contexto; entende que as ações serão mais bem compreendidas se observadas no seu meio natural; (ii) este tipo de investigação é descritivo, os dados obtidos incluem transcrições de entrevistas, notas pessoais e outros documentos, numa tentativa de analisar os dados em toda a sua diversidade e complexidade, pretendendo-se que nenhum pormenor escape ao observador; (iii) os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados, ou seja, esta abordagem foca-se no modo como as definições se formam; (iv) o processo de análise dos dados é como um “funil”, abrangente de início, tornando-se depois mais específica, o investigador tem de ir separando informação, percebendo quais as questões mais importantes e (v) apreende as perspetivas dos participantes, pretendendo averiguar a dinâmica interna das situações. (R. Bogdan & S. Biklen, 1994)

De facto, de acordo com o estudo referido, qualquer uma das características atrás referidas se enquadra no trabalho desenvolvido: a futura professora investigadora esteve em contacto direto com os participantes; teve como objeto de estudo a reação dos alunos de uma turma de 10.º ano, no seu ambiente natural. E, tratando-se de uma análise descritiva, os dados a recolher contemplaram palavras ou imagens, cuja análise foi feita de forma indutiva, levando-se em conta as perspetivas dos participantes.

Como já foi referido, apesar de se fazer referência a resultados numéricos, o enfoque é qualitativo. Segundo Pardal & Soares (2011), a investigação qualitativa não deixa de o ser por usar dados numéricos e socorrer-se da matemática no seu trabalho. O uso de dados quantitativos não se associa, por si só, a uma investigação quantitativa. A investigação é

caraterizada por um quadro de análise e um modelo de leitura da informação, acima de qualquer técnica. (Pardal & Soares, 2011)

Contextualização do estudo

O presente estudo pretende, como já foi referido, aprofundar a compreensão da relação entre a literacia científica e a literacia em escrita, utilizando uma metodologia de carácter interpretativo. A unidade de ação deste projeto de investigação foi a unidade 1 de Física: *Do Sol ao Aquecimento*, nomeadamente a subunidade 1.1 – Do Sol para a Terra, onde decorreram as intervenções da disciplina de Prática de Ensino Supervisionada II (PES II). Este trabalho envolveu 26 alunos do 10º ano do curso de ciências e tecnologias de uma escola do distrito de Aveiro. A implementação da estratégia decorreu no período entre 14/03/2013 a 14/06/2013, em contexto de sala de aula (português e de física e química) e em sessões de trabalho extra aula e com o público-alvo que a seguir se caracteriza.

Caraterização dos participantes

Este estudo desenvolveu-se no âmbito da disciplina de Prática de Ensino Supervisionada I e II da futura professora investigadora, numa escola do distrito de Aveiro. Os intervenientes, também já referido anteriormente, são alunos de uma turma do 10º ano do curso de ciência e tecnologias que frequentavam a disciplina física e química. A tabela 2 refere o número e género dos participantes envolvidos.

Tabela 2 - Género dos participantes

		Turma	
		Nº de alunos ²	%
Género	Masculino	10	38,5
	Feminino	16	61,5
	Total	26	100

² O nº de alunos será referenciado, futuramente, nas tabelas, como **n**.

Ainda a título informativo, e segundo o relatório do projeto anual de turma elaborado pelo conselho de docentes, os alunos desta turma, no que diz respeito às atividades letivas, preferem os trabalhos de pares, as aulas com material áudio/vídeo e trabalhos de grupo. Pode ler-se no mesmo documento que mais de metade da turma pratica desporto e dezanove alunos indicam ter hábitos de leitura, sendo esta última uma informação / mais-valia tendo em conta o género de projeto proposto.

Técnicas e instrumentos para recolha de dados

Para a elaboração deste estudo foram utilizadas as seguintes estratégias:

- Análise de conteúdos, com o recurso aos diários de campo, de modo a anotar as interações estabelecidas com os alunos, quer dentro da sala de aula quer nas sessões extra aula;
- Inquérito por questionário, aplicado a uma população já caracterizada anteriormente. O inquérito foi aplicado à turma no final do processo, em contexto de sala de aula;
- Análise de excertos dos capítulos escritos pelos alunos;
- Descrição quantitativa dos resultados obtidos na escrita dos capítulos do livro;
- Descrição quantitativa dos resultados obtidos na questão aplicada em dois testes de avaliação diferentes;

Lessard-Hérbert, M. Goyette, G; Boutin, G. (2008) apontam como técnicas privilegiadas das metodologias qualitativas:

- O inquérito: pela forma oral (entrevista) ou escrita (questionário);
- A observação naturalista: participante ou direta sistemática;
- Análise documental: estudo de conteúdos, que tem uma função de complementaridade na investigação qualitativa, permitindo “triangular” os dados.

O inquérito por questionário é um instrumento de recolha de informação, muito utilizado na investigação sociológica. Esta técnica, como referem Correia e Pardal (1995), tem vantagens como o facto de ser económica, poder ser aplicada a um grande número de sujeitos garantindo-lhes o anonimato. O inquérito por questionário foi aplicado aos alunos da turma em estudo, no final do projeto, tendo coincidido também com o final do ano letivo.

O inquérito foi respondido pela totalidade dos 26 alunos. O inquérito por questionário era constituído, por perguntas fechadas, de forma a facilitar o seu preenchimento e a não ser cansativo para os alunos. Apenas existiam três perguntas abertas a fim de conseguir dados mais individualizadas. No final da sua aplicação os resultados foram transformados em variáveis.

Os objetivos gerais do inquérito foram os seguintes:

- Conhecer o parecer do aluno sobre importância do projeto;
- Conhecer a opinião do aluno relativamente à motivação para as disciplinas envolvidas neste projeto;
- Conhecer a ideia do aluno relativamente ao trabalho cooperante;
- Conhecer a opinião dos alunos no respeitante às pesquisas bibliográficas;
- Conhecer o parecer dos alunos no que dizia respeito aos materiais facultados para a construção do trabalho;
- Conhecer a opinião dos alunos sobre as sessões de apoio extra aula;
- Perceber se o aluno tinha consciência dos conhecimentos mobilizados para a escrita do capítulo em ambas as disciplinas envolvidas;
- Conhecer o parecer do aluno acerca das vantagens e desvantagens da estratégia aplicada;
- Conhecer a opinião do aluno no que concerne as melhorias conseguidas com projetos com estas características.

O inquérito aplicado pode ser consultado no anexo 2 deste documento.

Neste estudo sucederam-se diversos momentos em que a observação naturalista participante foi privilegiada, com recurso às anotações de notas de campo. As notas de campo

têm duas dimensões – uma descritiva e outra reflexiva. Numa primeira fase, o professor regista o mais objetivamente possível o que observou e, posteriormente, analisa esses comentários, o seu método, os conflitos, os seus pontos de vista e os pontos a clarificar. (R. C. Bogdan & S. K. Biklen, 1994)

Seguindo a metodologia acima descrita, as anotações eram executadas, sempre que possível, no decorrer das atividades. Aquando a impossibilidade de isso acontecer efetuavam-se os registos no final da aula. Segundo Morgado (2012), uma das modalidades de recolha de dados que melhor responde às necessidades e preocupações dos investigadores em ciências humanas e sociais é a observação naturalista participante.

Correia e Pardal (1995) referem que não existe ciência sem observação, nem estudo científico sem observador, tendo-se por isso efetuado uma observação cuidada da evolução deste processo bem como uma descrição minuciosa da mesma. Este tipo de observação permite que o professor se aproxime e compreenda melhor os pontos de vista dos alunos sobre o que está a acontecer.

CAPÍTULO 4

Proposta didática

Este capítulo apresenta uma proposta didática para a integração do estudo proposto, integração das ciências pela escrita narrativa ao estilo de Júlio Verne, na temática 1 de física: *Do Sol ao aquecimento*, salientando a forma como esta é organizada para que os alunos desenvolvam as competências propostas no programa. O ensino por pesquisa e avaliação de atividades dessa natureza é distinto daquele que os alunos habitualmente desenvolvem nas aulas de ciências físico-químicas do 3º ciclo do ensino básico. Esta proposta didática representa uma mudança relativamente à forma como se ensina, aprende e avalia, bem como a possibilidade de interligação entre duas disciplinas, física e química e português, que aparentemente parecem distintas e distanciadas.

Enquadramento da proposta didática no programa de Física e Química A

A planificação das aulas da unidade 1 de física: *Do Sol ao Aquecimento* tem como objetivo central a compreensão de que os fenómenos que ocorrem na Natureza obedecem a duas leis gerais – a 1ª e a 2ª lei de termodinâmica. É explorado também o contexto global de fenómenos de aquecimento do quotidiano, começando pelo aquecimento da Terra onde se destaca o papel essencial da radiação solar; aprofunda-se ainda a aprendizagem da lei da conservação da energia. Aborda-se também o estado de equilíbrio térmico quase-estável da superfície terrestre, analisando-o e verificando as implicações da lei zero da termodinâmica. Pretende-se a aquisição de alguns conhecimentos sobre emissão e absorção de radiação, acompanhado da interpretação física da lei de Stefan-Boltzman. O deslocamento de Wien estuda-se a partir de gráficos característicos da potência irradiada em função do comprimento de onda para diferentes temperaturas. (Martins et al., 2001)

Neste trabalho foi sugerido o planeamento de uma viagem espacial que constituiria um momento de reflexão sobre questões ambientais, nomeadamente, a necessidade de gestão dos recursos naturais como condições indispensáveis à sobrevivência. Para além disso,

poder-se-ia refletir sobre o equilíbrio radiativo em qualquer um dos planetas, apesar de o programa só o preconizar para o planeta terra. As competências envolvidas nesta proposta didática podem sintetizar-se em quatro: conhecimento substantivo, raciocínio, comunicação e atitudes.

O conhecimento substantivo relaciona-se com a capacidade de utilizar conhecimentos diversificados de outras áreas na definição de propostas de sobrevivência, na resolução de problemas, na explicitação de ideias, em suma, na compreensão entre interações que se estabelecem entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Ao fazer recolha e análise de informação, ao relacionar conhecimentos provenientes de diferentes áreas do saber, ao formular juízos de valor, ao efetuar cálculos, ao ser capaz de argumentar e justificar os seus argumentos, ao fazer a análise e avaliação de argumentos dos outros, ao tomar decisões e ao evidenciar a organização e gestão do trabalho e do pensamento crítico, os alunos estão a desenvolver a segunda competência referida, o raciocínio. O trabalho proposto tem uma forte componente da competência da comunicação, uma vez que implica apresentar, explicar e debater ideias, quer com os colegas de grupo quer com o professor; além disso, revela a capacidade de utilizar o potencial da internet em pesquisas sobre esta temática. Por fim, a competência atitudinal desenvolve-se, uma vez que o trabalho de pares implica a cooperação com os colegas, cultivando-se valores como o respeito e a tolerância relativamente às diferentes opiniões. Estas competências permitem ao aluno aprender a ser capaz de discutir e defender também outros valores como a democracia, responsabilidade, sensibilidade, ponderação e o respeito pelos seres humanos e pela natureza. (Galvão et al., 2006)

A planificação de uma unidade (ou parte) de ensino pressupõe a definição de uma estratégia que integre vários elementos, tais como, documentos curriculares oficiais, características dos alunos, recursos disponíveis, contexto social, motivação dos alunos, entre outros.

Segundo Roldão (2009) a ação de ensinar é por si só uma ação estratégica, finalizada, orientada e regulada em função da aprendizagem que se pretende ver desenvolvida. A questão vai mais além da forma como se organiza e apresenta um conteúdo de modo a que este seja claro e perceptível. O professor deve preocupar-se em conceber e realizar uma linha de atuação (que pode incluir a apresentação do conteúdo, estrategicamente organizada e articulada com outros dispositivos), definindo previamente tarefas, recursos, passos, para que os alunos aprendam o conteúdo que se pretende ensinar.

Tal como referido no capítulo dois, este projeto pretendeu ser uma construção interdisciplinar e conciliar duas áreas aparentemente não afins. Apesar de estar fora do âmbito deste estudo uma reflexão sobre os conteúdos e competências específicas da disciplina de português, parece pertinente fazer uma breve referência à informação disponibilizada pela docente. Sendo programático o estudo do conto no 10º ano, desenvolvendo-se competências de leitura e escrita no âmbito do texto narrativo e descritivo, a professora facultou aos alunos a informação necessária, respeitante às categorias da narrativa e aos modos de apresentação, dando sempre como exemplos excertos do livro de Júlio Verne que era o ponto de partida do trabalho dos alunos. Os itens de avaliação específica foram a estruturação do texto com recurso a estratégias discursivas adequadas à tipologia em estudo, refletindo uma planificação produtiva; elaboração de um texto coerente e coeso; produção de um discurso correto nos planos lexicais, morfológico, sintático, ortográfico e de pontuação. Não foi de todo descurada a dimensão linguística em todo este processo.

Com base neste pressuposto, apresenta-se de seguida, a forma como a atividade foi conduzida, revelando de que maneira foram abordados os conteúdos científicos indicados no programa e essenciais para o desenrolar da atividade.

Planificação da atividade

A planificação de uma atividade de natureza investigativa é um trabalho exigente, obrigando a uma atenção permanente para que as diferentes tarefas propostas contemplem os interesses e gostos dos alunos e, simultaneamente, integrem os objetos de ensino propostos no programa da disciplina. O conjunto de tarefas proposto aos alunos, que adiante se apresentará, foi pensado de forma que se estimulasse aprendizagens, se desafiasses os alunos, despertando neles a vontade de aprender e de dar sentido a essa aprendizagem.

A implementação da estratégia decorreu no período entre 14/03/2013 a 14/06/2013, em contexto de sala de aula (português e física e química) e em sessões de trabalho extra aula, que permitiriam um apoio mais personalizado, dado o tempo previsto para a atividade ser reduzido. Na realidade, os docentes enfrentam condicionantes incontornáveis, nomeadamente o cumprimento dos programas em disciplinas de exame nacional, que exigem respostas mais criativas para a implementação de estratégias mais atrativas. As sessões extra aula decorriam em blocos de 45 minutos e cada um contava com a presença de quatro

grupos. Estas sessões decorreram à terça-feira e à sexta-feira das 13h30 às 15h00. Na tabela 3 apresenta-se o respetivo calendário de atuação.

Tabela 3 - Calendário de atuação

Data	Descrição
14/03/2013	Apresentação do projeto
02/04/2013	Entrega dos cálculos das temperaturas e bibliografia consultada sobre os planetas
07/05/2013	1ª Sessão de apoio
10/05/2013	1ª Aula de português dedicada à escrita do capítulo
14/05/2013	2ª Sessão de apoio
14/05/2013	2ª Aula de português dedicada à escrita do capítulo
17/05/2013	3ª Aula de português dedicada à escrita do capítulo
17/05/2013	3ª Sessão de apoio
21/05/2013	1ª Aula de física e química dedicada à apresentação da história de cada capítulo
24/05/2013	2ª Aula de física e química dedicada à escrita do capítulo
28/05/2013	3ª Aula de física e química dedicada à escrita do capítulo
30/05/2013	4ª Aula de física e química dedicada à escrita do capítulo
31/05/2013	Entrega do trabalho final
04/06/2013	4ª Sessão de apoio - proposta de correção do trabalho final
06/06/2013	Entrega do trabalho final com as propostas de correção efetuadas
11/06/2013	5ª Aula de física e química dedicada à apresentação do projeto final à comunidade educativa
13/06/2013	6ª Aula de física e química dedicada à apresentação do projeto final à comunidade educativa
14/06/2013	Apresentação do P10C (Pelo espaço cósmico) à comunidade educativa

A atividade foi realizada em grupo, proporcionando dinâmicas de interação, onde se esperava ver os alunos empenhados ativamente na partilha e discussão de ideias gerindo as relações interpessoais. O trabalho colaborativo pode favorecer a aprendizagem ativa e proporcionar o desenvolvimento de competências cognitivas, sociais e afetivas que podem resultar num processo de responsabilização do aluno no desenvolvimento da sua aprendizagem e dos seus pares. Os grupos de trabalho formados respeitaram anteriores opções do orientador professor da turma, defensor da sua homogeneidade em função dos resultados obtidos à disciplina de física e química, todavia, o mesmo não se verificava à disciplina de português. A tabela 4 apresenta a constituição dos grupos, sendo que o nome dos mesmos está relacionado com o capítulo que foi desenvolvido por os alunos que o constituíram, como mais adiante se explicitará.

Tabela 4 - Constituição dos grupos de trabalho

Grupos de trabalho	n
Mercúrio	3
Vénus	2
Marte	3
Júpiter	3
Saturno	4
Úrano	4
Neptuno	3
Cometas	4
Total	26

A atividade foi planeada para que os alunos tivessem oportunidade para explorar, colocar questões, trocar ideias e descobrir, em algumas situações, eles próprios a resposta às questões colocadas, conduzindo-os à construção de aprendizagens. Eis assim a atividade onde se pode encontrar plasmado o modelo teórico dos cinco E's (Bybee et al., 2006) que, como já foi referido no capítulo anterior, assenta em cinco fases: motivar, explorar, explicar, ampliar e avaliar.

Descrição da atividade

Apresenta-se nesta secção uma descrição detalhada do desenrolar da atividade atrás enunciada, descrevendo-se as diferentes fases do modelo dos 5E's contempladas no processo. Na fase MOTIVAR introduziu-se a atividade na aula da disciplina de física e química do dia 14/03/2013. Esta aula foi o culminar do ciclo de intervenções da futura professora investigadora da unidade 1 de física: *Do Sol ao aquecimento*, durante o qual se convidou os alunos a entrarem numa viagem pelo espaço, isto é, todas as aulas do ciclo de intervenções tinham ou um vídeo, ou um excerto de um texto que levava os alunos imaginarem uma viagem pelo espaço. Quando a atividade foi apresentada aos alunos, estes mostraram-se entusiasmados e motivados. Os temas que os grupos de trabalho iriam explorar foram decididos nesta aula, tendo sido o sorteio realizado através de papeis com os nomes dos

planetas. Os grupos desenvolveriam a escrita do seu capítulo em função do planeta que lhes coubera em sorte. Foram cedidos nesta aula aos alunos pequenos excertos do livro de Júlio Verne *Heitor Servadac* relativos aos planetas que constam do referido livro. Foi ainda facultada a sinopse do mesmo e uma pequena caracterização das personagens que o constituem. Os alunos poderiam assim tirar ideias para a escrita do seu capítulo, verificando também o cuidado que o escritor tinha na descrição científica dos factos.

A etapa EXPLORAR decorreu entre o período de 14/03/2013 e 02/04/2013. Nesta fase foi pedido aos alunos que, em grupo, pesquisassem sobre o planeta que lhes fora atribuído. Sobre este deveriam identificar as principais características, calcular as temperaturas de acordo com equilíbrio radiativo de cada planeta e planificarem qual a abordagem científica que gostariam de ver explorada no seu capítulo (conceitos, tarefas, ideias, etc.). Aos alunos foi dado como data limite o dia 02/04/2013 para entregarem um pequeno trabalho em papel com as pesquisas, cálculos e ideias efetuadas.

Na fase EXPLICAR pretendeu-se que os alunos defendessem as ideias que pretendiam desenvolver e a forma como o iriam fazer. Esta fase, que decorreu nos dias 07/05/2013 e 14/05/2013, foi muito importante, pois proporcionou oportunidades de elaborar e refinar as ideias a fortalecer e sedimentar aprendizagens. Nesta fase, o papel da futura professora investigadora foi determinante na orientação de algumas ideias que os alunos pretendiam ver desenvolvidas.

Durante a etapa DESENVOLVER, decorrida quer nas aulas de português (10/05, 14/05, 17/05), quer nas aulas de física e química, (21/05, 24/05, 28/05, 30/05) os alunos construíram o seu texto, aplicando os conceitos e as ideias atrás discutidas na história que pretendiam construir. Esta situação leva a que os alunos possam desenvolver um conhecimento mais amplo e profundo. A futura professora investigadora esteve presente em todas as aulas (quer de português, quer de física e química) para poder ir acompanhando o trabalho, bem como ajudando em questões científicas que fossem surgindo. A professora de português cedeu aos alunos excertos de diversos livros de Júlio Verne para que os mesmos verificassem o estilo de escrita, a adjetivação usada, o tipo de discurso, para que os capítulos tentassem espelhar a escrita Verniana. Nesta mesma fase, foi ainda decidido o nome a dar ao projeto na sua versão textual/livro; procedeu-se a uma eleição, de entre várias sugestões que foram avançadas pelos alunos, tendo sido eleita a designação P10C (Pelo espaço cósmico), que representaria um cometa periódico, que levaria a turma C, do 10º ano, numa viagem interplanetária.

A fase AVALIAR esteve presente durante toda a atividade (desde 02/04/2013 a 06/06/2013) pois os alunos refletiam sobre a atividade, discutiam as suas dificuldades e, em conjunto, tentava-se encontrar soluções para as mesmas. O desenvolvimento das ideias nos textos construídos foram, em diversas situações, fruto de várias interpelações da futura professora investigadora para que se reformulasse o texto de forma a estarem cientificamente corretos. No dia 04/06/2013 os diversos capítulos foram devolvidos aos grupos com várias propostas de correção, dando a facilidade aos alunos de os entregarem novamente no dia 06/06/2013 para correção final do trabalho. A avaliação da futura professora investigadora foi feita no final do ciclo desta atividade segundo uma grelha (junta em anexo 3), onde se avaliaram vários itens considerados pertinentes. De seguida apresenta-se um esquema com a relação entre as diversas fases do modelo dos 5E'S e a proposta de planificação da atividade.

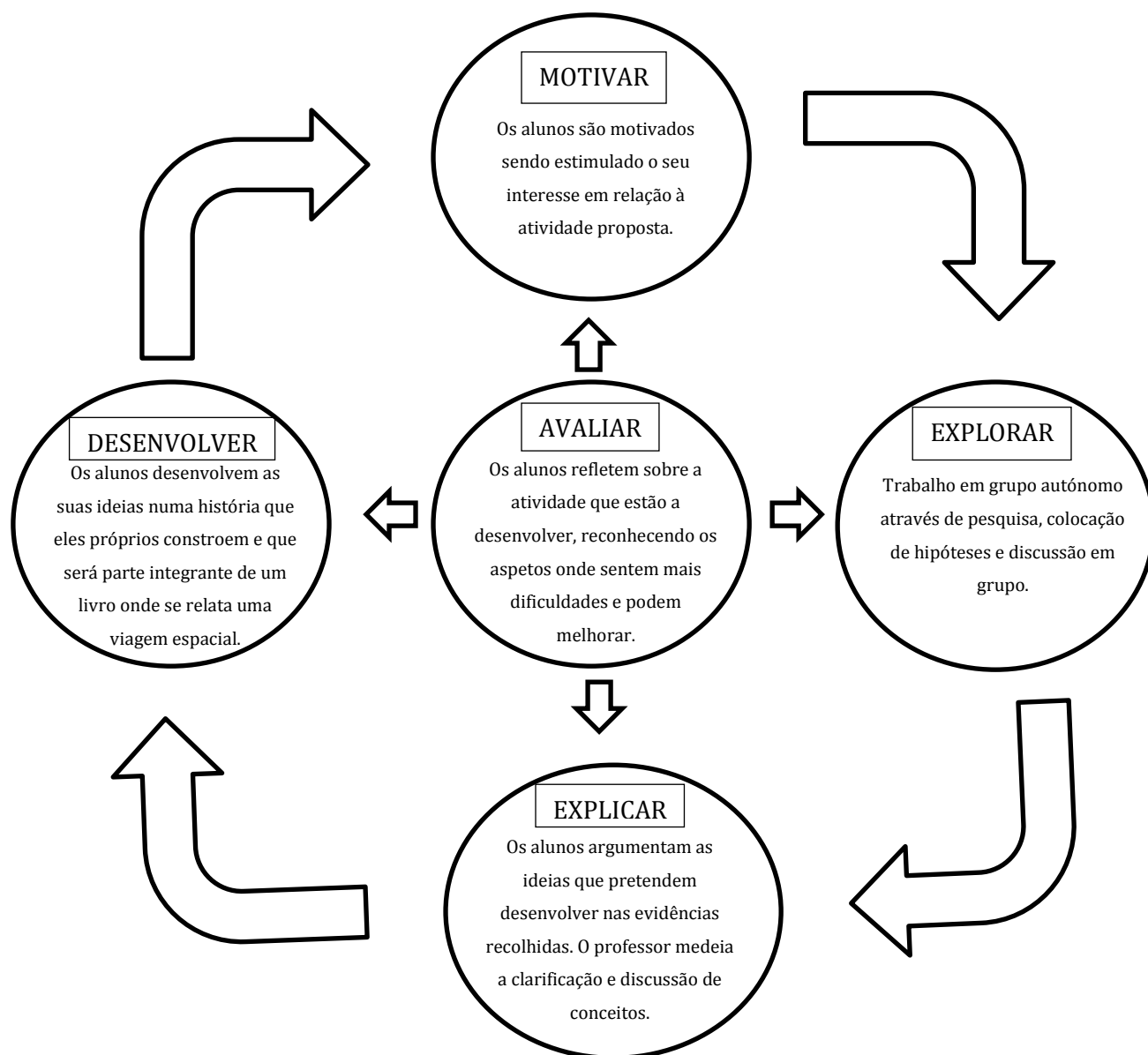


Figura 2- Modelo do 5E's aplicado à atividade

CAPÍTULO 5

Análise dos resultados

Os resultados descritos neste capítulo surgem como resposta à questão de investigação colocada no capítulo um e decorrem da análise de conteúdo das produções escritas pelos alunos, do inquérito por questionário, da observação naturalista com recurso aos diários de campo e das classificações obtidas na resposta a uma questão colocada em dois momentos distintos de avaliação. O capítulo está dividido em duas secções. Numa primeira secção descrevem-se e analisam-se os resultados relativos à construção dos diferentes capítulos da história criada pelos alunos, pelos diferentes grupos, analisando-se as principais dificuldades sentidas nas diferentes fases da metodologia proposta para a realização da atividade. Na segunda secção analisam-se as opiniões dos alunos relativamente à realização da atividade, a avaliação que estes fazem da proposta de projetos interdisciplinares neste contexto e ainda pela reflexão em torno da questão do teste que lhes fora colocada. Para facilitar os comentários abaixo, denominar-se-ão os grupos pelos planetas que estes exploraram na escrita do seu capítulo.

P10C – Pelo espaço cósmico – Análise da construção do livro

No dia em que foi proposto este projeto aos alunos, a 14/03/2013, as reações manifestadas foram positivas e entusiastas. Depois da apresentação do projeto, a futura professora investigadora comunicou que o objetivo final seria editarem um livro e apresentarem-no à comunidade académica. Confrontaram-se os alunos, desde esse momento, com a necessidade de um efetivo compromisso, uma vez que a construção da história dependia deles. As notas de campo redigidas sobre a apresentação do projeto dão conta do entusiasmo que os alunos demonstraram logo *a priori*.

Os alunos ficaram bastante entusiasmados com o projeto apresentado. Propuseram mesmo antes de começarem o trabalho que este fosse enviado, no final, para uma editora para que pudesse ser um livro “real”. Todavia, foi-lhes dito que para que isso acontecesse eles teriam de se empenhar bastante na atividade proposta, escrevendo

histórias apelativas e interessantes, inspirando-se no livro proposto de Júlio Verne, e que ao mesmo tempo deveriam ensinar alguma física e química.

Notas de campo, 14/03/2013

No final desta aula foi cedido aos alunos o resumo dos capítulos, a sinopse e a informação sobre as personagens do livro de Júlio Verne, *Heitor Servadac*. A maioria dos alunos concorda que o que lhes foi facultado fora importante, no entanto, para 34,6% da amostra não foi relevante a caracterização das personagens. Tal pode estar relacionado com o facto de terem optado por criar e caracterizar, eles próprios, as suas personagens.

Tabela 5 – Opinião dos alunos sobre a utilidade de materiais facultados

	Excertos do livro <i>Heitor Servadac</i>		Sinopse do livro <i>Heitor Servadac</i>		Caraterização das personagens do livro <i>Heitor Servadac</i>	
	N	%	n	%	n	%
Discordo absolutamente	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Discordo	5	19,2	4	15,4	9	34,6
Concordo	13	50,0	14	53,8	9	34,6
Concordo plenamente	3	11,5	3	11,5	3	11,5
Sem opinião	5	19,2	5	19,2	5	19,2
Total	26	100,0	26	100,0	26	100,0

Tal como previsto para a fase *explorar* do modelo dos 5E's utilizado, no dia 02/04/2013 os alunos entregaram os cálculos das temperaturas relativas aos planetas que lhes tinham sido atribuídos e a bibliografia consultada sobre os planetas e sobre os cometas (visto existir um grupo que tinha que trabalhar sobre esta temática).

Foram várias as inconsistências encontradas nos cálculos, nomeadamente a nível das constantes que os alunos utilizaram, tendo sido as mesmas discutidas a 7/05/2013 na primeira sessão de apoio (estiveram presente 24 alunos, tendo faltado apenas 1 aluno do grupo de mercúrio). A mesma tinha como principal objetivo fazer-se a análise do cálculo das temperaturas que os alunos tinham efetuado durante a interrupção letiva da páscoa. Como tal, com todos os grupos foram analisados os cálculos, tendo sido importante a discussão gerada acerca dos valores que estes utilizaram (fruto das suas pesquisas) na resolução do problema. Foi, desta forma, cedida uma tabela (anexo 4) onde os alunos poderiam verificar o valor das constantes e recalculer a sua temperatura. Esta opção pareceu ser a mais válida por

forma a uniformizar os valores que poderiam constar na escrita dos seus capítulos. Os valores cedidos foram pesquisados no *site* da NASA³. Verifica-se, na tabela 6, que os alunos acharam importante que a professora facultasse material com as características dos planetas.

Tabela 6 - Opinião dos alunos sobre a utilidade de materiais facultados

	Caraterísticas gerais dos planetas		Correção dos cálculos das temperaturas	
	n	%	n	%
Discordo absolutamente	0	0,0	0	0,0
Discordo	0	0,0	0	0,0
Concordo	2	7,7	2	7,7
Concordo plenamente	23	88,5	22	84,6
Sem opinião	1	3,8	2	7,7
Total	26	100,0	26	100,0

De facto, depois de facultado este material, a futura professora investigadora constatou uma diferença nos textos conseguidos, contendo estes mais informações sobre os planetas do que inicialmente acontecia. Isto pode verificar-se nos excertos abaixo transcritos relativamente ao capítulo de Neptuno.

Rapidamente, cresceu dentro de nós uma vontade enorme de o ir visitar! Mas como o professor já nos tinha dito, era completamente impossível visitá-lo devido a este ser gasoso e apresentar características bastante específicas.

Excerto retirado do capítulo de Neptuno discutido no dia 14/05/2013

(...) apresentar características bastante específicas, tais como estar a 4,5 124 mil milhões de quilómetros do Sol e possuir uma atmosfera constituída maioritariamente por hidrogénio molecular (H₂) - 80,0%, hélio (He) - 19,0% e metano (CH₄) 1,5%. Sabíamos também que o planeta tem um período de rotação de 16 horas e um de translação de 165 anos (terrestres); tem uma temperatura média de -218oC, tem um diâmetro equatorial de 49572km, uma área superficial de 7,65x10⁹ km², uma massa de 1,024x10²⁶ kg, uma densidade de 1638 kg/m³, uma gravidade de 11,0 m/s², um albedo de 0,29.

Excerto retirado do capítulo final de Neptuno

³ <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/> [consultado em fevereiro.2013]

Relativamente à opinião dos alunos acerca da correção dos cálculos pode ver-se na mesma tabela que a maioria dos alunos justificou que foi importante a correção dos cálculos das temperaturas. Esta situação não parece em sintonia com os resultados obtidos pelos alunos aquando da realização de uma questão da prova escrita (aplicada antes e depois desta intervenção didática (anexo 5)) em que teriam de recorrer a estes conhecimentos para darem a resposta. Embora a análise desta estratégia esteja contemplada na secção dois deste capítulo, parece pertinente invocar os resultados obtidos na questão 1.5., uma vez que corroboram a percepção da futura professora investigadora. Este item da prova pretendia testar realmente se os alunos tinham compreendido o balanço radiativo dos planetas para cálculo das suas temperaturas. O primeiro momento de avaliação aconteceu após o ciclo de leção da matéria. O segundo momento após a realização do projeto, já na reta final do ano letivo. Da análise dos resultados a esta questão verifica-se que há mais um aluno a responder totalmente certo mas que o número de respostas totalmente erradas aumentou de 12 para 15 alunos correspondente a um aumento de 12%.

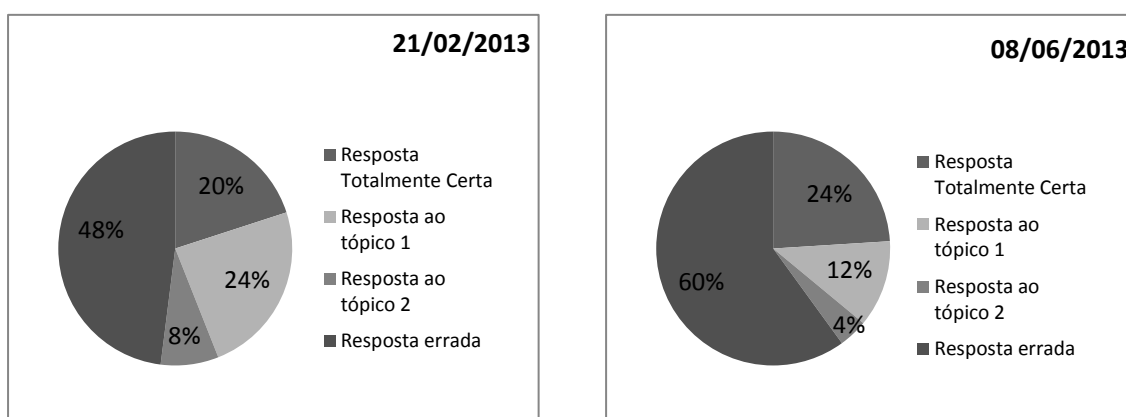


Gráfico 1 - Resposta à questão 1.5. nos dois momentos de avaliação

Seria esperado que os alunos conseguissem, após fazerem recolha e análise da informação e de efetuarem por mais de que uma vez os cálculos para a temperatura dos planetas, consubstanciar o desenvolvimento de uma das competências referidas no capítulo 4, o raciocínio. Numa leitura linear tal parece não ter acontecido, devido aos valores obtidos. No entanto, associar a competência do raciocínio, neste trabalho, a uma questão de um teste é redutor, em função da complexidade do mesmo e tomando em consideração o que a seguir se descreve. Em termos temporais, os alunos deram a resposta à questão do teste no dia 21/02/2013, cuja informação fora discutida e apresentada nas aulas onde a futura professora

investigadora efetuou o seu ciclo de intervenções. Todavia, os resultados obtidos, podem fazer depreender que os alunos não viram utilidade na aquisição do conhecimento relativo a este cálculo. O momento seguinte é a entrega do cálculo das temperaturas do planeta que lhes foi atribuído. Apesar de discutidas, na escrita das histórias dos capítulos, as temperaturas dos planetas apareciam como meras informações ao leitor, não sendo explicado como se calculavam. Talvez por esta razão, no último teste, este conhecimento não foi recuperado, pressupondo-se a não consolidação deste conteúdo.

Relativamente às pesquisas bibliográficas que os alunos efetuaram, a opinião expressa é diferente daquilo que a futura professora investigadora sente que aconteceu. A futura professora concorda que na sua maioria os alunos consultaram várias fontes de informação acerca dos planetas/cometas. No entanto, a verificação dessa informação não foi, na maioria dos casos, realizada. Um dos exemplos onde isso se pode verificar é neste pequeno excerto da pesquisa que o grupo de Júpiter efetuou:

Além desses quatro satélites visíveis, há mais 24, somando ao todo 28 satélites naturais [...] Porém, hoje em dia, são já conhecido cerca de 64 satélites naturais, entre eles estão a Europa, o Io, a Ganímedes e a Calisto, que ficaram conhecidas como luas de Galileu.

Excerto retirado da pesquisa efetuada pelo grupo de Júpiter sobre o seu planeta

Quando questionados sobre a incoerência desta informação, os alunos não conseguiram justificar tal situação. De facto, isto permitiu a reflexão da futura professora investigadora acerca da importância da pesquisa orientada. Todavia, nesta fase de *explorar*, assente no modelo 5E's, os grupos deviam fazê-lo autonomamente, colocando hipóteses e discutindo em grupo. No entanto, nas sessões seguintes, a futura professora investigadora referiu alguma bibliografia para cada grupo de forma a facilitar o trabalho a realizar. Desta feita a opinião dos alunos revela a importância de consultar várias fontes de informação para escrever o capítulo, bem como verificar a informação em mais que uma fonte, tal como se pode verificar na tabela abaixo.

Tabela 7 - Opinião dos alunos relativo à importância de alguns aspetos da pesquisa bibliográfica

	Consulta de várias fontes de informação para escrever o capítulo		Verifica a informação em mais que uma fonte	
	n	%	n	%
Discordo absolutamente	0	0,0	0	0,0
Discordo	0	0,0	1	3,8
Concordo	9	34,6	6	23,1
Concordo plenamente	15	57,7	19	73,1
Sem opinião	2	7,7	0	0,0
Total	26	100,0	26	100,0

As sessões de apoio de 7/05/2013 e 14/05/2013 foram sessões importantes na fase *explicar* do modelo dos 5E's já explorado no capítulo 2. De facto, foram momentos de bastante interação entre a futura professora investigadora e os alunos. Os grupos discutiram nestas sessões as ideias que tinham para a construção do capítulo. De seguida, e a título de exemplo, transcrevem-se integralmente as ideias iniciais que o grupo dos cometas pretendia ver desenvolvidas na escrita do seu capítulo e que discutiram com a futura professora investigadora:

- O professor faz cálculos da possível passagem de um cometa muito próxima da superfície terrestre
- Anuncia à turma que pretende fazer uma expedição no cometa ao longo do Sistema Solar e pede segredo, sendo que só os alunos envolvidos, os seus pais e a NASA podiam saber
- Começam a preparar a viagem
- Pedimos à NASA para nos fornecer os materiais necessários, como os fatos apropriados à viagem e a nave (espécie de minicidade) para tornar possível a expedição
- Momento de embarque e de despedida das famílias dos viajantes
- Dona Paula chora e diz que tem um mau pressentimento
- Descrição da Subida

- Pretendemos explorar cientificamente: o material de que é feita a nave, os nossos fatos
- Materiais necessários a cada planeta
- Especificação do cometa: Cometa periódico
- Bons e maus absorsores
- Painéis fotovoltaicos e coletores solares

Este grupo mostrou desde o primeiro momento um grande entusiasmo relativamente à proposta deste trabalho. As notas destes alunos à disciplina de física e química são medianas sendo que desde início mostraram ter forte espírito de grupo neste projeto. Pode ler-se nas notas de campo uma mudança significativa da primeira para a segunda sessão de apoio, onde apresentaram as suas ideias:

O grupo dos cometas referiu que não teve dificuldade em juntarem-se em grupo. Mostraram-se nesta sessão motivadas e com vontade de aprender. No entanto, referiram que no capítulo que lhes calhou é mais complicado mobilizarem os conceitos que aprenderam este ano pois acham que foge um pouco da temática dada. Sobre cometas, já sabem muito mais coisas. O grupo mostrou-se entusiasmado com o projeto e diz que o facto de terem mais facilidade em Português poderá ser uma mais-valia.

Notas de campo, 7/05/2013

Este grupo mostrou que estava já com bastantes ideias que gostariam de ver exploradas no seu capítulo. Como é o primeiro capítulo do livro, decidiram que o cometa iria ter uma órbita não periódica, embora os cálculos do professor do livro inicialmente indicassem que a órbita seria periódica. Referiram que no início do livro uma das personagens, o professor, saberia que vinha um cometa ter connosco e que convidou os alunos a irem nesta aventura. Entregaram à futura professora investigador um papel com várias ideias que pretendem ver exploradas. Visto ser o primeiro capítulo, ficou acordado que os grupos poderiam dizer que materiais necessitavam para elas tentarem introduzir na história.

Notas de campo, 14/05/2013

De facto este grupo parecia ter um bom início de livro, ao tratar o capítulo um, apesar de os alunos se sentirem inicialmente perdidos. Pode ver-se na transcrição seguinte do início do texto, que este grupo conseguiu realmente pôr em prática a sua ideia inicial:

Era madrugada do dia 14 de Agosto, quando o professor Zé Manel acordou num sobressalto. Acabara de sonhar com um cometa a orbitar no sistema solar. Sendo um homem astuto, curioso e trabalhador, decidiu ir em busca do desconhecido e observar com o seu telescópio o céu estrelado dessa madrugada, constatando que um cometa se aproximava da órbita terrestre. Ao observar tal facto, sentou-se na sua secretária e efetuou inúmeros cálculos, chegando à conclusão de que em breve o seu sonho se tornaria realidade. Dentro de algum tempo o cometa, denominado P10C, iria aproximar-se da órbita terrestre o que possibilitava, com a utilização de materiais adequados, a realização de uma expedição ao espaço. Esse cometa seria periódico, voltando à Terra ao fim de várias dezenas de anos.

Excerto retirado do capítulo final dos Cometas

No caso do grupo de Saturno, na primeira sessão de apoio, os alunos não entregaram mais do que o cálculo das temperaturas do seu planeta, não tendo efetuado qualquer tipo de pesquisa sobre o planeta, nem desenvolvido ideias para escreverem o seu capítulo, como pode ver-se seguidamente:

O grupo de Saturno, à semelhança de maior parte dos outros grupos, sentiu dificuldade em juntar-se durante as férias. Não assumiram mas a futura professora/investigadora ficou com a sensação de que apenas um dos alunos teria feito os cálculos. Os cálculos estavam errados. Questionados sobre o que significava 1-A(albedo) na expressão do cálculo da temperatura não foram capazes de responder. Pedi que voltassem a recalcular (utilizando os valores de uma tabela que foi cedida nesta aula) e que fossem novamente analisar a aula lecionada sobre o assunto. O grupo não apresentou qualquer pesquisa sobre o planeta, tendo combinado discutirem sobre o mesmo até à sessão de apoio seguinte. Relativamente ao trabalho um dos alunos não se pronunciou, e os outros dois referiram sentir-se entusiasmados pois seria uma forma de aprenderem físico-química mais divertida.

Notas de campo, 7/05/2013

Na sessão de apoio do dia 14/05/2013 a discussão dos tópicos apresentada por este grupo teve de ser direcionada, pois alguns tópicos não estavam cientificamente corretos e contendo uma grande quantidade de erros ortográficos, como se pode verificar na transcrição literal seguinte:

- Estamos no asteroide e a meio da viagem vemos Saturno um planeta muito maior que a terra.
- Nos começamos a admirar o tal planeta e o Bruno tem uma ideia...que tal irmos visitar Saturno, so ida e volta. A Catarina e o Iuri olham muito sérios para o Bruno como que..."acho que o espaço esta a afetar lhe a mioleira".
- Mas o Bruno insiste que podemos fazer isso facilmente...utilizando uma sonda...
- A Iuri e a Catarina ficam a olhar muito seriamente para o Bruno e perguntam lhe como e que ele faz uma sonda em tao pouco tempo sem nenhuns materiais...
- O Bruno Vira-se e diZ: ai e que vocês se enganam!!! Eu ca vi no outro dia na aula de laboratório coletores solares....que nos podem ajudar a fornecer energia a sonda...também tem no laboratório pinças que nos podem ajudar a recolher algumas substancia e estratos que queiramos levar como recordação...podemos utilizar para quedas as nossas batas que juntas conceguem formar um grande para quedas que serve para suavizar a queda da sonda no solo..., como motores de propulção podemos utilizar alguma substancia parecida com combustivel que nos proporcione uma velocidade relativamente alta...depois basta so juntar a isso vários (bicos de bussen, acho que podemos utilizar isso) e para o casco da sonda podemos fundir algum ferro das mesas cujo ponto de ebulição é 1.538°C...
- Fazemos descobertas no planeta (pedras e etc...)
- Temos de ter fatos para sair da sonda e pousarmos os pés no planeta
- Temos de dizer as caraterísticas do planeta e da sonda.
- Tiramos algumas fotografias, quando somos alertados pelo cronómetro em relação ao oxigénio que nos resta.

Analisando esta transcrição literal, pode-se numa primeira inferência verifica-se que não há qualquer cuidado na escrita que, apesar de não ser para avaliação, era, como os alunos sabiam, para ser discutida com a futura professora investigadora. Para ajudar os alunos a

ultrapassar os obstáculos com que se depararam, a futura professora investigadora optou por discutir com os alunos levando-os a pensarem sobre as ideias que pretendiam desenvolver. Como tal, recorrendo ao raciocínio em voz alta, foram colocadas diversas questões, como por exemplo: “Que tipo de planeta é Saturno?”, onde indiretamente se pretendia que refletissem sobre factos que não poderiam acontecer na sua história, tal como, *pousarem os pés sobre o planeta*. Tais apreensões podem ser reconhecidas nas notas de campo escritas pela futura professora investigadora relativas a este grupo:

Relativamente ao grupo de Saturno, estes exploraram na aula de português do dia 10/05/2013 algumas ideias que pretendiam desenvolver no seu capítulo. Quando, nesta sessão de apoio, mostraram os tópicos foram chamados à atenção acerca dos erros quer ortográficos quer de sintaxe que constituíam o texto. O grupo desculpou-se como tendo sido feito à pressa e como não era para a avaliação nem se preocuparam. A realidade é que o documento entregue foi escrito num computador e mesmo assim não se encontrava, por exemplo, um único assento nas palavras. No que diz respeito às ideias colocadas, a primeira questão que foi colocada aos alunos foi que tipo de planeta era Saturno. Uma das alunas prontamente respondeu que era um planeta gasoso. Como tal foram interrogados sobre como poderiam pousar num planeta gasoso. Não houve qualquer resposta, pois isso nem lhes tinha passado pela cabeça. Na impossibilidade de concretização da ideia inicial foi proposto que poderiam escolher uma das luas do planeta e desenvolver a sua história. E apesar das ideias terem que ser revistas foi também pedido que tivessem cuidado nas ideias para desenvolver o seu capítulo, uma vez, que por exemplo, juntar um conjunto de batas para fazerem de paraquedas num planeta com as características que estes haviam pesquisado não seria com certeza viável. Foram ainda questionados sobre o facto de quererem fundir ferro das mesas para o casco da sonda cujo ponto de ebulição por os alunos pesquisado era 1538°C. O grupo disse que era um erro e que essa temperatura correspondia ao ponto de fusão e não ponto de ebulição do ferro. Discutiu-se a diferença entre ambos e foram ainda chamados à atenção da utilização do ponto para indicar os milhares. Verificado o ponto de fusão do ferro, é realmente aproximadamente o valor referido. Este grupo é um grupo de alunos com negativa à disciplina de física e química e tem ainda um aluno que anulou a disciplina de físico-química, mas que tem português.

Notas de campo, 14/05/2013

Na sessão de apoio do dia 17/05/2013, o grupo de Saturno mostrou novos tópicos à futura professora investigadora, que teriam sido desenvolvidos na aula de português do dia 14/05/2013.

- Aterramos em Titã, lua de Saturno, cuja temperatura média é -179°C .
- A atmosfera de Titã é muito densa, composta por azoto, com vestígios de vários hidrocarbonetos.
- Possui vulcões gelados que libertam um material desconhecido, sendo a “Rosa” já estudado e fotografado por alguns cientistas, que continuam a tentar obter mais informação sobre ele!
- As primeiras explorações a este satélite foram feitas apenas de longe através das sondas Pioneer 11, Voyager 1 e 2 e também Cassini-Huygens.
- Em 2005 o Módulo Huygens pousou em Titã para estudar a sua atmosfera e superfície.
- Avistamos o planeta Saturno e falamos das suas principais características.
- Entretanto quando saímos de Titã somos bombardeados por uma chuva de meteoritos que destrói parte da nossa nave.
- A história vai desenrolar-se na tentativa de arranjar combustível para poder voltar ao cometa.

A discussão que o grupo teve na sessão de apoio com a futura professora investigadora fez com que estes tivessem agora mais cuidado na apresentação dos tópicos. Para além de não haver praticamente erros ortográficos e de sintaxe, as ideias estavam mais claras e a futura professora investigadora motivou os alunos para que comesçassem a explorar as suas ideias na construção do seu capítulo, visto já estarem um pouco atrasados.

O grupo de Úrano na sessão do dia 7/05/2013 apresentou trabalhos separados como pode ver-se pela análise das notas de campo:

O grupo de Úrano, constituído por quatro elementos, entregou trabalhos separados à futura professora investigadora (à exceção de uma das aluna que não entregou). A futura professora investigadora felicitou pelos trabalhos de duas das alunas pois foram muito além do que tinha sido pedido. Um dos trabalhos referia um conjunto de ideias

que podiam ser desenvolvidas no capítulo e o outro referia os valores do capítulo do livro do Júlio Verne cedido, fazendo a comparação dos mesmos. Uma das dificuldades referidas foi a de encontrarem bibliografia coerente, referindo, por exemplo, que encontraram vários valores de constantes solares. Foi-lhes pedido que se esforçassem para juntarem as diversas ideias e apresentarem as que pretendessem discutir e ver desenvolvidas no seu capítulo, salientando-se a importância do trabalho ser realizado em grupo.

Notas de campo, 07/05/2013

Na sessão de apoio do dia 14/05/2013 o grupo apresentou um conjunto de ideias já bem definidas para serem discutidas, tal como se pode verificar na transcrição seguinte:

- Avistamos o planeta;
- Não é possível aproximarmo-nos do mesmo, mas o cometa responde a uma órbita definida;
- Observar as características e compará-las com estudos feitos na Terra;
- Curiosidades sobre Úrano e os seus satélites;
- Falta de água; teremos de nos deslocar a Encélado (uma das luas de Saturno que, possivelmente, tem água no estado líquido) para a obter;
- Detetar dois problemas: gravidade quase nula (e os nossos fatos não estavam preparados para tal) e distância entre Úrano e encélado;
- Usar rochas que Joana traz de Marte para colocar no fato;
- Usar mini sonda para Beatriz ir a Encélado buscar a água;
- Para aquecer a água, cozinhar, iluminar (as lanternas que levaremos ficarão sem pilha/estragadas, teremos de usar uma lâmpada recarregável), usar energia eólica, e portanto construir pás e moinhos para transformar os ventos das tempestades que ocorrem nas órbitas, em energia;
- Aquando um último estudo do planeta, descobrir que há vida: micro-organismos que sobrevivem na ausência de luz (a luz solar é pouca) e oxigénio;
- Acabar o capítulo com a questão: será que também há vida em Neptuno?

Analisando as ideias anteriores, facilmente se constata que este grupo sentiu logo necessidade de explorar no seu capítulo tópicos que vão além dos discutidos no programa de 10ºano de escolaridade da disciplina de física e química; curiosamente associando conhecimentos de outras áreas como a biologia. O grupo foi, no entanto, questionado pela futura professora investigadora acerca de alguns aspetos científicos como se pode ver na transcrição das notas de campo:

De Úrano estiveram presentes também dois dos quatro elementos do grupo. O grupo já tem o início do capítulo escrito e entregaram à futura professora investigadora os tópicos que sintetizam a história que vão desenvolver. Chegando à órbita de Úrano descrevem o que observam. Dão conta da falta de água na nave e arranjam uma solução: ir a Encélado que, apesar ser uma lua de Saturno, tem água líquida. Neste momento, a futura professora investigadora questiona-os sobre como o vão fazer, já que como referido Encélado não é uma lua de Úrano e estes já se encontravam na órbita de Úrano. A noção de dimensão, quer temporal, quer espacial, que os alunos revelam neste projeto demonstra que não têm ideia das distâncias nem do tempo que se demora a percorrer as mesmas. Uma das personagens do livro é uma colecionadora compulsiva tendo rochas provenientes de outros planetas já visitados. Desta forma conseguem "combater" a gravidade. Sentem necessidade de construir bobinas e pás para produzir energia eólica, através da utilização de fortes ventos de Úrano. Utilizam esta energia para produzirem eletricidade. Conseguem encontrar micro-organismos com características de sobrevivência na falta de luz. Acabam com a possível hipótese de, no futuro, poder ser desenvolvida vida e fazem a interligação para Neptuno questionando se também poderá existir vida. Referem os materiais necessários. Uma das questões que a futura professora colocou foi como iriam aproveitar os fortes ventos de Úrano se a ideia é estarem na órbita de Úrano, não na atmosfera. Ficaram de pensar e dar uma resposta na aula seguinte.

Notas de campo, 17/05/2013

Na análise dos tópicos acima referidos, pode verificar-se que, na maioria dos grupos, há uma tentativa de desenvolvimento de uma das competências referidas relativas a este projeto: o conhecimento substantivo. De facto, os alunos tentam utilizar conhecimentos diversificados, até mesmo de outras áreas, na definição de propostas na resolução de problemas, na explicitação de ideias, em suma, na compreensão das interações que se estabelecem entre a ciência, a tecnologia e a sociedade.

Na sessão de apoio do dia 17/05/2013 embora fosse esperado que os alunos estivessem já a desenvolver a escrita dos seus capítulos, havia grupos que ainda estavam a estruturar a sua história. Esta sessão decorreu a seguir à aula de português, onde a futura professora investigadora também esteve presente, tendo sido no entanto a professora de português a mais solicitada uma vez que os alunos precisavam de definir o tipo de narrador, bem como o tipo de discurso a utilizar na história para que a escrita fosse relativamente uniforme entre os grupos. Pode ler-se nas notas de campo que a futura professora investigadora retirou na sessão de apoio relativamente, por exemplo, ao grupo de Mercúrio:

A sessão começou com o grupo de mercúrio, que mais uma vez apenas tinha presentes dois dos três elementos. O outro elemento justificou a ausência como tendo obrigatoriedade de ir almoçar a casa. O grupo voltou a queixar-se da falta de colaboração deste aluno. Discutiram-se então vários pontos do capítulo. Este grupo disse à futura professora/investigadora que pretendia desenrolar a sua história sem sair do próprio cometa. Iriam fazer observações de um planeta que inicialmente não sabem qual é mas depois chegam à conclusão que é Mercúrio. Durante a história comparam-no com a Terra. Para além disso fazem observações também do Sol relacionando os comprimentos de onda máximos onde este emite, com a sua temperatura e a cor visível que se observa. A 'história' do capítulo desenrola-se porque um dos alunos quer fazer uma expedição ao planeta, e os outros tentam impedi-lo. Como não têm argumentos suficientes pedem ajuda ao professor, personagem do livro, que o consegue demover dessa ideia e evitar assim a sua morte. A futura professora investigadora achou que este grupo tinha compreendido o que era pedido e estavam no caminho desejado. Todavia, tinha-se de esperar para ver como conseguiam mobilizar os conhecimentos para a história.

Notas de campo, 17/05/2013

Este grupo tinha já as suas ideias estruturadas, faltava no entanto começar a escrever a história. O grupo estava encaminhado e pretendia mobilizar conhecimentos tratados durante o 10ºano de escolaridade, nomeadamente da unidade 1 de física – Do Sol ao aquecimento, como por exemplo, a lei do deslocamento de Wien. Analisando o excerto do livro final, pode ver-se que o conseguiram fazer e de uma forma acessível a qualquer leitor:

- Não consigo perceber, estes cálculos não podem estar certos! – indignou-se Gabriela.

- Porquê? Que cálculos? – perguntou Rui, surpreso.

- Os cálculos que determinam a zona onde a intensidade da radiação do Sol é máxima! Segundo a lei do deslocamento de Wien, o comprimento de onda onde a intensidade é máxima é na gama dos comprimentos de onda que corresponde às radiações percecionadas como azuis. Assim, estes cálculos dizem-nos que a cor que devíamos observar no Sol deveria ser azul! No entanto, na Terra, o Sol não é azul, é amarelo-alaranjado. – respondeu Gabriela.

- Sim, os cálculos estão bem-feitos, simplesmente eles só nos dizem onde ele emite com maior intensidade. Agora temos é que saber interpretar e relacionar. A cor, que efetivamente vemos, é o resultado do conjunto das várias radiações que o Sol emite e que são percecionadas como cor. É por isso que o Sol é amarelo-alaranjado e não azul, como nos indicam os cálculos.- explicou Rui

- Ah! Assim já faz mais sentido! – disse Gabriela.

Excerto retirado do capítulo final de Mercúrio

Este grupo conseguiu mobilizar para a história alguns conhecimentos, sem que a professora investigadora precisasse de efetuar grandes ajustes. No entanto, houve outros grupos onde tal facto não se verificou. Veja-se por exemplo, o grupo de Marte. Na sessão de 17/05/2013 entregou, na parte que já tinha escrito do seu capítulo, o seguinte:

Virgílio entrou em pânico e repetia constantemente que já tinha visto um filme parecido e que íamos cair dentro de três segundo já o Pedro começou a calcular a energia cinética ($\frac{1}{2}mv^2$) embora ninguém tenha percebido o motivo daquele cálculo para ele fazia imenso sentido, a Telma tranquilizou-os dizendo que já tinha tudo planeado e a solução era mais fácil do que aquilo que aparentava ser ou seja para sair do cometa e ir para Marte iam utilizar uma sonda, a mesma sonda que os tinha colocado anteriormente para o cometa.

Excerto retirado do capítulo de Marte discutido no dia 17/05/2013

De facto os erros de sintaxe, tal como ausência de pontuação, são evidentes. No entanto, uma das preocupações da futura professora investigadora era realmente compreender qual a intenção de colocar a expressão da energia cinética, que estes tinham aprendido também no 10ºano, neste contexto. Tal facto é comprovado nas notas de campo da futura professora investigadora.

O grupo de Marte contou apenas com a presença de dois alunos na sessão de apoio. O grupo já mostrou o início da história. Pretendia aterrar em Marte e utilizar uma sonda da NASA para os ajudar nos cálculos. Demonstraram à futura professora investigadora, alguma dificuldade em mobilizar para a história aspetos científicos. Por exemplo, um dos alunos tenta sempre relacionar os acontecimentos com a física. Quando decidem ir para o planeta começa a calcular a energia cinética, no entanto, não consegue explicar por que razão o faz. A futura professora investigadora salienta mais uma vez a importância da mobilização de aspetos que eles conheçam justificando-os na história que vão escrever.

Notas de campo, 17/05/2013

Analisando o excerto do livro final onde consta o atrás descrito, verifica-se que o grupo não teve capacidade para justificar a utilização da expressão da energia cinética mantendo o que de inicialmente tinham escrito, agora, sem erros de sintaxe. De facto, tentou-se que o livro final não tivesse erros científicos graves por forma a poder informar qualquer leitor sobre vários assuntos físicos. No entanto, tentou-se, com os grupos, discutir os aspetos menos corretos e esperou-se que estes os alterassem. Neste caso, isso não aconteceu, mas como não se trata de um erro científico, tratando-se apenas de um conceito que não parecia oportuno aplicar, a futura professora investigadora achou que não valeria a pena alterar, como pode ver-se no excerto final do capítulo de Marte do *P10C (Pelo espaço cósmico)*.

Virgílio entrou em pânico e repetia constantemente que já tinha visto um filme parecido e que íamos cair dentro de momentos; já o Pedro começou a calcular a energia cinética ($\frac{1}{2} m v^2$). Embora ninguém tenha percebido o motivo daquele cálculo, para ele fazia imenso sentido.

A Telma tranquilizou-os dizendo que já tinha tudo planeado e a solução era mais fácil do que aquilo que aparentava ser ou seja, para sair do cometa e ir para Marte, iam utilizar uma mininave, uma das que formavam a nave principal que estava no cometa.

Excerto retirado do capítulo final de Marte

Veja-se, todavia outro exemplo onde a reflexão fez com que os alunos do grupo de Neptuno alterassem o que no seu texto eram erros a nível de conteúdo científico. O problema deste grupo foi, à semelhança do que já foi discutido noutros grupos, a consulta de fontes bibliográficas sem confirmação das mesmas e que fez com que referissem aspetos não

coerentes cientificamente, como por exemplo, a existência de criovulcanismo. Pode ver-se a diferença nos dois excertos a seguir apresentados: um texto de trabalho e a sua versão final.

Conversaram sobre a atividade vulcânica de tritão, que era causada pelo aquecimento sazonal causado pelo sol. Este tipo de vulcanismo era diferente, era gelado e consistia no derretimento de gelos de água e azoto e talvez metano e amónia. Os vulcões "cuspiam" azoto líquido.

Excerto retirado do capítulo de Neptuno discutido no dia 17/05/2013

Hili e Mahilani são duas plumas que foram observadas pela sonda Voyager 2. Não se tem a certeza que materiais expelem para a atmosfera. Uma hipótese sugerida é que exista uma espécie de efeito de estufa a atuar por baixo da superfície gelada. O gelo de azoto à superfície é transparente e permite que a luz solar penetre a vários metros do solo. Se a temperatura do gelo de azoto subir apenas 2°C, a sublimação irá gerar pressão suficiente para que o gás atravessasse a superfície e vença a fraca gravidade de Tritão impulsionando uma coluna de gelo e partículas escuras a alguns quilómetros na vertical.

Excerto retirado do capítulo final de Neptuno

Para a própria futura professora investigadora, aspetos como estes eram difíceis de conseguir explicar aos alunos, pois iam além do que estes conheciam das aulas, pois tratavam-se de situações muito específicas. A intervenção, nestes casos, só foi possível com a ajuda dos professores orientadores, quer da escola, quer da universidade, que alertaram para determinadas ocorrências. O exemplo acima transcrito foi uma dessas situações: os alunos assumiram como factos hipóteses levantadas, nomeadamente no que diz respeito à denominação utilizada. A denominação das plumas como vulcões aparece vulgarmente na internet, mas quando consultadas referências mais específicas⁴ tal designação é posta em questão.

A aula de física e química do dia 21/05/2013 foi dedicada à apresentação de cada capítulo à turma. Esta aula foi, na opinião da futura professora investigadora, essencial para a

⁴ (Cruikshank, D. P. (1999). Triton, Pluto, and Charon. In J.K. Beatty, C.C. Peterson & A. Chaikin (Eds.), The New Solar System (4th ed., pp. 285-296). Cambridge: Cambridge University Press)

continuação do trabalho que os grupos estavam a desenvolver, uma vez que permitia a interligação dos próprios capítulos na história, bem como o ajuste de alguns aspetos mais práticos. Pode ver-se nas notas de campo da futura professora investigadora que também este momento foi importante, pois era a primeira vez que o professor orientador da escola estava a conhecer o conteúdo dos capítulos.

Os alunos entraram na sala e ocuparam os seus lugares. Foi-lhes dito que teriam os primeiros dez minutos da aula para acertarem entre os grupos a apresentação dos seus capítulos. A turma começou as suas apresentações que foram de encontro ao discutido com a futura professora investigadora nas sessões de apoio. Era a primeira vez que o professor orientador da escola estava a ouvir a história, tendo-se mostrado surpreso com a evolução da mesma. Todavia, aos alunos, foi novamente referido que deviam de um forma interessante e entusiasmante mobilizar os conhecimentos científicos que tinham adquirido na unidade 1 de Física, ou noutra que achassem importante e pertinente.

Notas de campo, 21/05/2013

Nesta fase de desenvolver, relativa ao modelo dos 5E's proposta por Bybee et al (2006), os alunos foram construindo as suas histórias, ajustando aspetos menos corretos, mas também esclarecendo diversas questões que iam surgindo na discussão de alguns aspetos dentro do grupo. Pode, a título de exemplo, referir-se o que aconteceu na aula de física e química de 24/05/2013. O grupo de Úrano queria explicar uma informação que tinham encontrado na pesquisa sobre o planeta: Úrano é constituído maioritariamente por hidrogénio, hélio e metano, sendo que este último possui a propriedade de absorver a luz solar vermelha; curiosamente, o planeta tem uma cor azul esverdeada. Esta temática é lecionada no 8ºano de escolaridade na unidade Som e Luz – propriedades da luz, porém o grupo já não se lembrava desta informação. Com a ajuda do professor orientador da escola, a futura professora investigadora explicou tal facto recorrendo a um simulador⁵, ficando os alunos a compreender conseguindo explicar o facto de uma forma bastante interessante, como se pode ver no excerto do capítulo final de Úrano:

- Já repararam bem na sua cor? – disse Beatriz, entusiasmada com aquela vista. - Como é azul e verde ao mesmo tempo. Mas, sabem uma coisa?! Úrano é constituído

⁵ Disponível em http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/color-vision [consultado em maio.2013]

maioritariamente por hidrogénio, hélio e metano, sendo que este último possui a propriedade de absorver a luz solar vermelha; porém o planeta tem uma cor azul esverdeada.

- Tal e qual como acontece nas plantas, a radiação do comprimento de onda, correspondente à zona verde do espectro não é absorvida, é refletida, daí vemos as folhas com cor verde. No caso de Úrano são refletidos os comprimentos de onda na zona do azul e do verde e a cor que observamos é o conjunto destes comprimentos de onda. – continuou a Joana.

Excerto retirado do capítulo final de Úrano

Nas aulas de 24/05, 28/05 e 30/05 de 2013, os alunos tiveram a oportunidade de continuar a desenvolver as histórias dos seus capítulos. Como tal recorreram aos seus computadores pessoais e foram trabalhando, esclarecendo diferentes dúvidas que iam surgindo. A história foi-se adaptando e como estes já tinham apresentado as suas histórias, foi notório o esforço de tentarem interligar os seus capítulos. De facto, a futura professora investigadora chamou a si a tarefa de coesão das histórias. Analisada tal situação, posteriormente, considerou-se que uma planificação diferente, mais refletida e com mais tempo, teria permitido ajustar este ponto para que os próprios alunos o pudessem fazer sem se notar “quebras” na história.

Na última aula deste ciclo de aulas, foi escolhido o título a dar ao livro. Os alunos e professores da disciplina propuseram alguns nomes que depois foram a votação. O nome eleito foi P10C (Pelo espaço cósmico). Apresentam-se algumas fotos dos alunos a trabalharem nestas aulas.



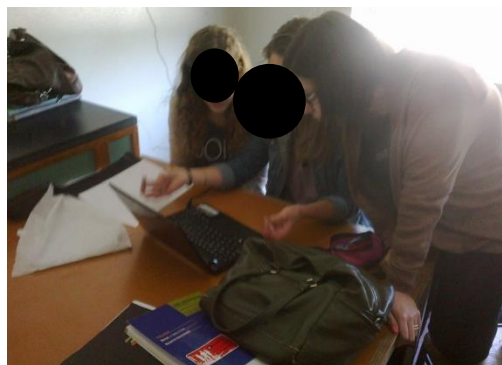


Figura 3- Momentos da aula de física e química dedicados à realização do projeto.

No dia 31/05/2013 todos os grupos entregaram os seus trabalhos quer à professora de português, quer à futura professora investigadora, para que, como combinado, pudessem ser alvo de uma correção mais profunda (sublinhe-se que à medida que os alunos foram construindo os seus trabalhos, foram sempre tido propostas de reflexão e correção em ambas as disciplinas). Todos os trabalhos foram alvo de avaliação, de acordo com a grelha já referida (anexo 3) e cujas classificações se apresentam no gráfico 2 e sobre o qual se fará uma breve análise.

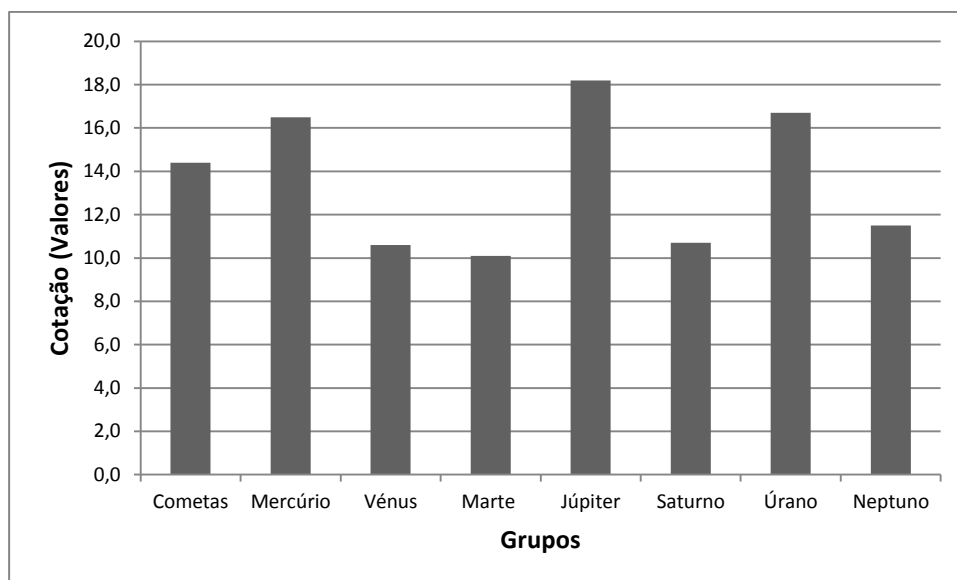


Gráfico 2 - Nota final atribuída a cada capítulo

Constata-se que todos os grupos obtiveram classificação positiva, destacando-se, com classificação superior a 15 valores, os grupos de Mercúrio, Cometas e Úrano. Esta classificação decorre, substancialmente, do facto de terem redigido um capítulo onde a mobilização de conhecimentos é vasta, não só da Unidade 1 de física: *do Sol ao aquecimento*, mas também de outros anos anteriores.

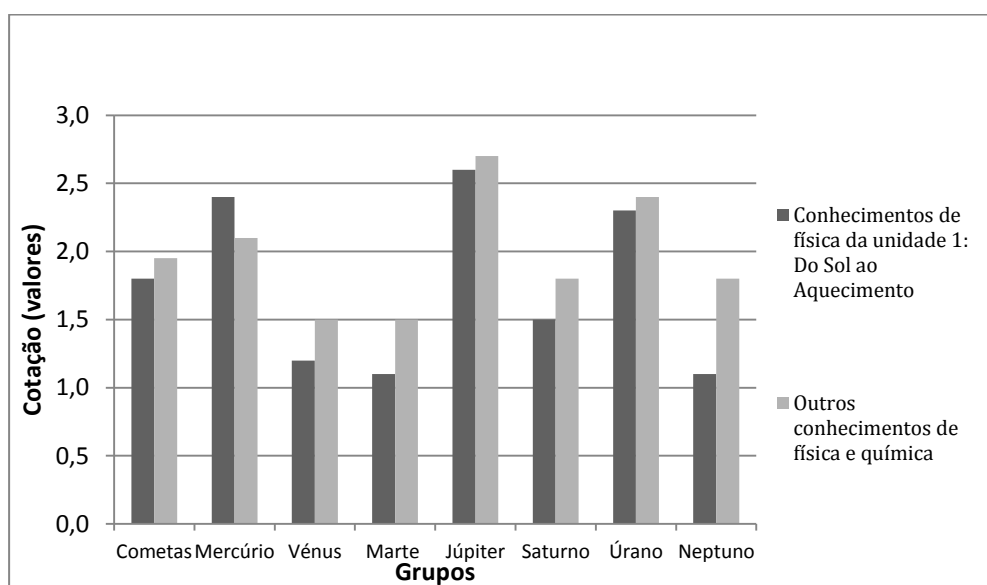


Gráfico 3 - Mobilização de conhecimentos de física e química

Relativamente à mobilização de conhecimentos de física e química (gráfico 3), tomaremos para análise desta situação o exemplo dos grupos de Júpiter e Marte por serem, respetivamente, o que mais mobiliza e o que menos mobiliza conhecimentos da área em estudo.

De facto, analisando por exemplo o grupo de Júpiter pode verificar-se a existência de diversos conhecimentos físicos, que vão desde dados factuais a conhecimentos relacionais, a saber:

1. Referem cor, massa, volume raio e abundância relativa dos elementos químicos.
1. Referem distância ao Sol, intensidade solar e percentagem de radiação absorvida.
2. Identificam que a radiação solar é neste momento insuficiente para alimentar os painéis fotovoltaicos.
3. Referem que na Terra em cada 100 metros, 70 são água.
4. Referem a constituição da molécula de água: um átomo de oxigénio e dois átomos de água.
5. Fazem referência à geometria angular e triangular.
6. Descrevem Europa como um satélite natural de Júpiter onde existem grandes calotes polares.
7. Referem as baixas temperaturas deste satélite não indicando valores.
8. Força do campo magnético de Júpiter é duas mil vezes superior ao da Terra.
9. O cometa estava a 150000 km do satélite Europa. A duração prevista da viagem era de 6h.
10. A mininave aterraria quando a face menos recortada do satélite estivesse voltada para a nave.
11. A nave paira entre Europa e o anel de Júpiter.
12. Após o choque com um objeto desconhecido os motores tinham parado.
13. O sistema de aquecimento da nave tinha também falhado e Tiago percebeu que provavelmente morreria de frio ante do impacto com Júpiter.
14. Num modelo imaginativo descreve o núcleo com pequenas partículas que giram perfeitamente em torno dele.
15. Descrevem de uma forma bastante simples a constituição e funcionamento de um painel solar.

16. Relacionam a distância a que a nave está com a diminuição da intensidade da radiação.

17. Propõem a utilização de lupas para convergir a radiação para um único ponto, diferenciando lente convergente (a que precisavam) de lente divergente. Referem a utilização de centenas de lupas.

18. A viagem ao satélite implica vencer o campo magnético de Júpiter, o seu anel, o frio, as dificuldades respiratórias, a aterragem e a descolagem do P10C.

19. Alteração dos propulsores da nave para que energia libertada por segundo (potência) fosse suficiente para retirar a mini nave do cometa e posteriormente da lua Europa.

20. A atração de Júpiter faria diminuir a velocidade e aumentar por isso o tempo que demoraria a mininave a percorrer uma determinada distância

21. O Glaxiar (robot que consta da história) calcula a energia da entalpia: sabendo a massa de cada bloco de gelo e para que cada quilograma passe totalmente ao estado líquido terá de calcular a energia que tem de fornecer.

22. Devido às baixas temperaturas o robot não conseguia fundir o gelo, resolvendo tritura-lo e levá-lo no estado sólido.

23. A nave estava a ser "sugada" para Júpiter, sendo constantemente atropelado por formações rochosas.

24. À temperatura (baixa) a que estão as partículas mexem-se muito devagar, diminuindo a velocidade.

25. Baixa temperatura significa rápidas trocas energéticas entre o Tiago e o meio.

26. A temperatura do corpo desceria tanto que a sua energia interna diminuiria abruptamente.

27. As moléculas do seu corpo iam desacelerar progressivamente deixando de chocar umas com as outras até que quase não se tocariam.

28. A energia cinética destas iria diminuir com a redução da velocidade, o que era consequência da queda da temperatura.

29. Uma tempestade tinha-se desencadeado em Júpiter e eram os ventos desta que empurravam a nave com uma força incrível, imprimindo-lhes assim velocidade suficiente para escapar a Júpiter, como um eletrão excitado se solta da influência do núcleo.

30. Com a energia que o choque entre a nave e o cometa provocou, todo o gelo descongelou.

Todavia, a forma interessante como este grupo consegue envolvê-los no texto deve ser evidenciada. Veja-se, por exemplo, os tópicos 26, 27, 28 e 29, integrados no capítulo final do livro:

Estando inserido num meio com tão baixa temperatura, sem qualquer material apropriado para isso, Tiago não podia esperar nada para além de um fim trágico. Baixa temperatura significa rápidas trocas energéticas entre Tiago e o meio, já que quando maior for a diferença de temperaturas entre o meio envolvente e o nosso destemido piloto, maior será a energia libertada deste para o exterior; e era, portanto deitado, que o tripulante repousava resignado à espera da morte. Ele não tinha qualquer esperança, sabia perfeitamente que a temperatura do seu corpo desceria tanto que a sua energia interna diminuiria abruptamente. Era-lhe fácil imaginar as suas moléculas a desacelerar progressivamente, deixando de chocar umas com as outras até que, quase não se tocariam. A energia cinética destas iria diminuir com a redução da velocidade, o que era seguramente uma consequência da queda da temperatura.

Sem nada poder fazer para o evitar, Tiago começava já a fechar os olhos quando o inesperado aconteceu. O vento de mudança soprou e talvez não fosse assim tão mau!

Excerto retirado do capítulo final de Júpiter

Quando comparado a este grupo, Marte apresenta uma lista significativamente mais reduzida, o que denota uma diminuição drástica de conhecimentos que estes conseguiram mobilizar para o texto. Sublinhe-se que são, na sua maioria, factos sobre o próprio planeta.

1. Marte apresenta cor avermelhada devido à sua constituição ser maioritariamente óxidos de ferro.
2. Referem duas luas de Marte: Fobos e Deimos.
3. Referem a constituição atmosférica de Marte.
4. Referem valor de temperatura do planeta (210,15K), atmosfera sem oxigénio, valores de gravidade baixos.
5. Diferenciam Kelvin do grau Celsius, explicando a relação entre eles.
6. Marte possui calotes polares nos polos e rochas.
7. Fusão da água sólida em água líquida com a ajuda do Glaxiar (robot da NASA que o grupo incorporou na história).
8. Referem a existência do Monte Olimpo, vulcão inativo em Marte, cuja cratera tem uma altura de 24km acima do nível médio da superfície.

Analisando a forma como estes mobilizam o atrás descrito para o texto, pode ver-se que os pontos 3, 4 e 5 são integrados no texto sem qualquer relação com a história do próprio capítulo:

Valores muito baixos de temperatura, o mínimo era cerca de -139°C (ou seja $134,15\text{K}$) e o máximo era de 20°C (ou seja $293,15\text{K}$) sendo que o K corresponde a kelvin ou seja, unidade base do sistema internacional para a grandeza temperatura. O kelvin é superior ao grau Célsio (que mais frequentemente utilizamos) em $273,15$. Cerca de 95% da atmosfera de Marte é dióxido de carbono (CO_2). No entanto, outros gases como o azoto (N_2), Árgon (Ar), Oxigénio (O_2) e monóxido de carbono (CO) fazem parte da sua constituição com valores muito baixos. Outra das características de Marte é o valor da aceleração da gravidade ser baixo (cerca de 3 vezes menor que a Terra).

Excerto retirado do capítulo final de Marte

Importa salientar a pertinência da aquisição de conhecimentos, como um dos maiores objetivos deste trabalho. Cotejando a análise feita aos conhecimentos efetivamente mobilizados, com as respostas obtidas pelos alunos no questionário onde revelaram a perceção de tal facto, os alunos concordam que mobilizaram conhecimentos, quer do 10ºano quer de anos anteriores, tendo no entanto mais presente os conhecimentos mais recentes.

Tabela 8 - Conhecimentos mobilizados para a escrita do capítulo

	Referir conhecimentos do 10ºano de FQ		Referir conhecimentos de FQ de anos anteriores	
	n	%	n	%
Discordo absolutamente	0	0,0	0	0,0
Discordo	0	0,0	0	0,0
Concordo	11	42,3	16	61,5
Concordo plenamente	15	57,7	10	38,5
Sem opinião	0	0,0	0	0,0
Total	26	100,0	26	100,0

No critério relativo ao rigor na linguagem científica, os resultados vão, como seria de esperar, de encontro aos anteriores, destacando-se os grupos que mais conhecimentos mobilizaram, sendo também os que mais corretamente definiram os conceitos e demonstraram criatividade na utilização dos mesmos, tal como se pode ver no gráfico seguinte.

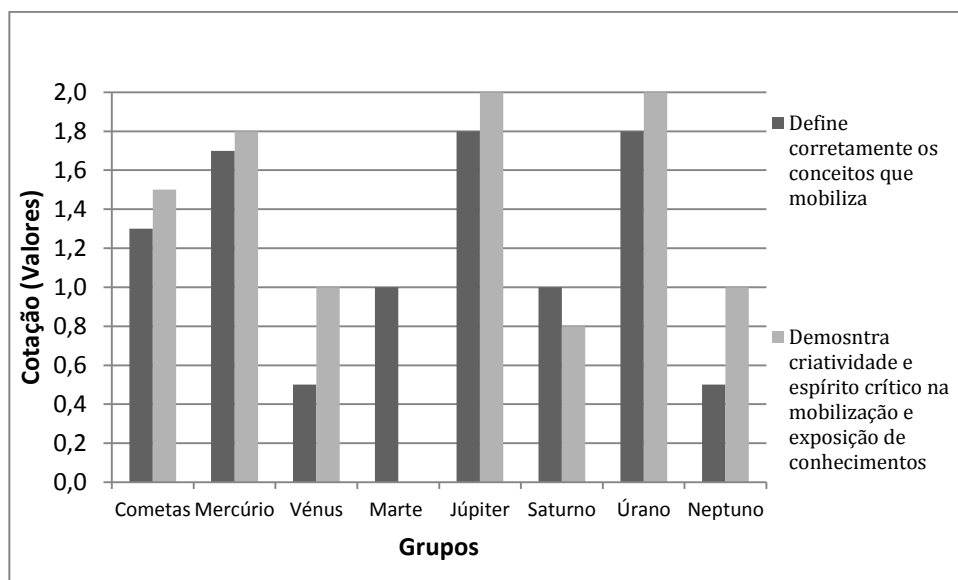


Gráfico 4 - Utilização de linguagem científica

Todavia, importa reforçar a ideia de que a futura professora investigadora, tal como seria expectável, fez algumas propostas de alteração para que no livro final não existissem incoerências científicas. Pode corroborar este aspeto, a seguinte transcrição do capítulo de Úrano entregue no dia 31/05/2013:

- Vocês não estão a ficar com frio? – afirmou a Diana toda arrepiada - É que eu sou um pouco friorenta e estou a sentir um pouquinho de frio.
- Nem por isso. Isso deve ser mais por causa do nervosismo. – disse a Beatriz.
- A propósito desta conversa do frio, lembrei-me agora de uma coisa sobre Úrano.
- O quê? O quê? – perguntou a Joana intrigada com aquela afirmação de Beatriz.
- Úrano é o único planeta do Sistema Solar que irradia pouco ou nenhum calor para o espaço. Ao contrário do que acontece com a Terra, cujo interior permanece quente e derretido, este planeta possui um interior gelado. – contou Bea.
- Então e sabes porque é que isso acontece? – questionou Diana.
- Bem isso já não sei, nem mesmo os cientistas sabem. Mas um dia irei descobrir. Será mais um desafio que tentaremos todas resolver.- propôs a Bea.

Excerto retirado do capítulo de Úrano no dia 31/05/2013

Para discutir esta ideia a futura professora investigadora questionou o grupo para saber se tinham retirado esta informação de alguma bibliografia. O grupo afirmou que leu o que escreveu em qualquer lugar, não sabendo, no entanto, identificar a fonte. Os alunos

compreenderam, todavia, que os processos que acontecem no interior do planeta não estão totalmente relacionados com a energia que irradiam, tendo, em conjunto com a futura professora investigadora, alterado o texto para o que a seguir se transcreve:

- Vocês não estão a ficar com “frio”? – afirmou a Diana toda arrepiada. - É que eu sou um pouco friorenta e estou a sentir um pouquinho de “frio”.

- “Frio” Diana!? Então não aprendeste nada nas aulas de física e química? O “frio” não existe, é apenas uma sensação. No dia-a-dia, é costume utilizar-se essa expressão, mas, na verdade, o que existe são temperaturas baixas ou elevadas. – disse a Beatriz.

- Claro, assim como o calor, a que habitualmente nos referimos, é uma forma de transferir energia entre corpos. Quando dizemos que está “frio” é porque houve transferência de energia e a temperatura a que estava o corpo diminuiu. – acrescentou a Joana.

Excerto retirado do capítulo final de Úrano

Por mais de uma vez, ao longo desta discussão de resultados, se tem notado a preocupação da futura professora investigadora com os erros gramaticais (nomeadamente ao nível lexical, sintaxe, ortografia e pontuação) em que os alunos incorriam. Neste tópico pode ver-se que os alunos obtêm, também, classificações distintas.

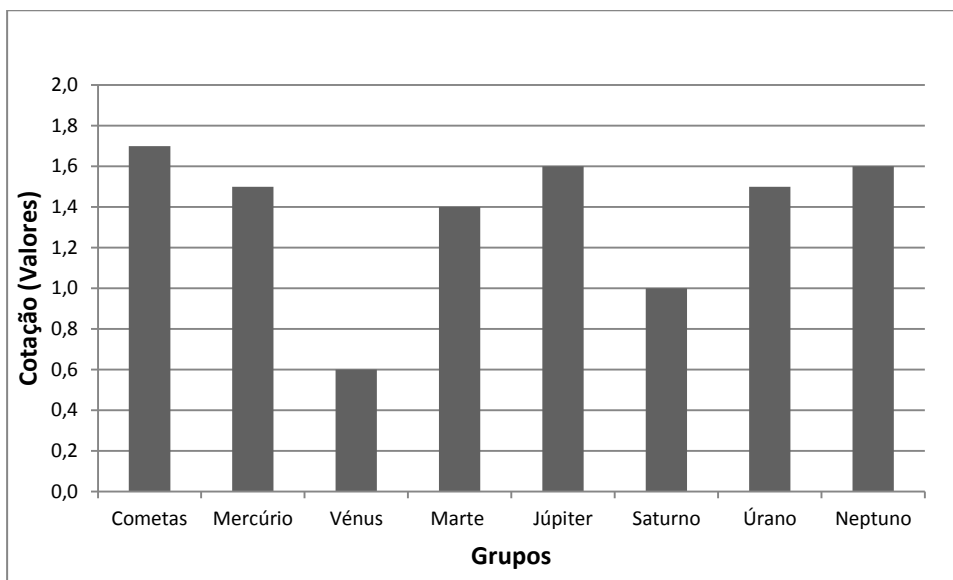


Gráfico 5 – Correção do discurso

Veja-se um excerto do trabalho entregue no dia 31/05/2013 pelo grupo de Vénus:

...Enfim descolámos do cometa deixando assim de o ver, estávamos com muito medo do que poderíamos vir a encontrar, tudo isto devia-se ao facto de não termos prestado a

atenção necessária nas aulas, estávamos numa situação demasiado delicada, não sabíamos o que fazer, foi então que acalmámos e pensámos da maneira como o Prof. José Manuel sempre nos dizia que como físicos que nos estávamos a tornar não tínhamos que ter receio em resolver problemas e também o que é que podia correr mal?

Excerto retirado do capítulo de Vénus no dia 31/05/2013

De facto, este grupo tinha uma enorme dificuldade na construção frásica a todos os níveis. Mesmo quando alertados para esta debilidade, os alunos não conseguiram melhorar o texto, tendo sido o produto final um trabalho conjunto de correção quer da professora de português, quer da futura professora investigadora. Desta forma, o texto de trabalho acima apresentado, transforma-se na seguinte versão final:

Descolámos do cometa deixando assim de o ver. Estávamos com muito medo do que poderíamos vir a encontrar! Tudo isto se devia ao facto de não termos prestado a atenção necessária nas aulas, o que fazia com que nos encontrássemos numa situação demasiado delicada. Não sabíamos o que fazer! Foi então que nos acalmámos e pensámos no que sempre nos dizia o Professor Zé Manel:

- Juventude, os físicos não têm medo dos problemas! Os físicos resolvem os problemas!

Excerto retirado do capítulo de final de Vénus

No que respeita à coerência e organização textual, criatividade e espírito crítico, os resultados obtidos pelos grupos podem ver-se tratados no gráfico seguinte:

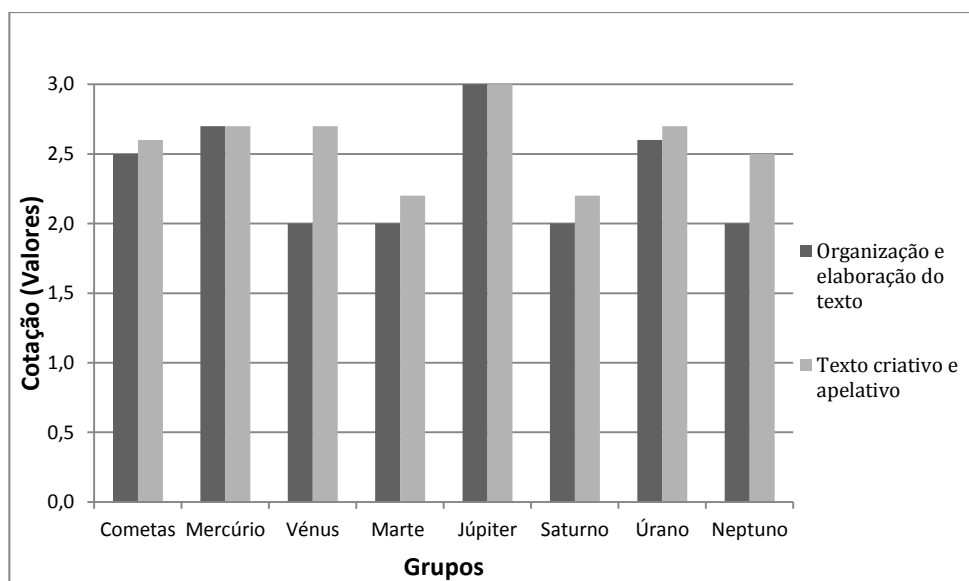


Gráfico 6 - Organização, coesão e criatividade

De uma maneira geral, os grupos conseguiram elaborar textos criativos e apelativos, notando-se as maiores dificuldades na construção sintática, na propriedade lexical e na correção ortográfica dos mesmos, como aliás já foi referido. Todavia, quando entregues em 31/05/2013 os textos estavam na sua maioria bem organizados, denotando uma sequência lógica na história e com as personagens a ocuparem os seus devidos papéis.

A última sessão de apoio decorreu no dia 4/06/2013, durante a qual foram propostas algumas alterações de carácter científico, uma vez que a nível da disciplina de português estes já estavam corrigidos. Estiveram presentes, nesta sessão, todos os elementos dos grupos. Os grupos reagiram bem à proposta de modificação e comprometeram-se à entrega final no dia 06/06/2013. Pode ler-se nas notas de campo da futura professora investigadora que o trabalho final, ou seja, o livro editado, estava prestes a concretizar-se:

No final desta sessão estava satisfeita pois os alunos tinham aceitado bem as propostas de alteração. O P10C (Pelo espaço cósmico) ganhava vida!

Notas de campo, dia 04/06/2013

No que diz respeito à opinião dos alunos sobre a importância destas sessões extra aula, estes consideraram-nas essenciais.

De facto, na opinião da futura professora, este trabalho não teria sido possível em tempo útil de leção, visto existir um programa curricular que deve ser cumprido, como aliás já foi referido anteriormente. Importa, no entanto, mencionar que o horário das mesmas não foi consensual entre todos os elementos da turma; tendo sido inicialmente renitentes a esta proposta, os alunos acabaram por considerar estas sessões como fundamentais.

Tabela 9 – Opinião dos alunos sobre a utilidade das sessões de apoio ao trabalho escrito

	n	%
Discordo absolutamente	0	0,0
Discordo	1	3,8
Concordo	4	15,4
Concordo plenamente	21	80,8
Sem opinião	0	0,0
Total	26	100,0

As aulas de física e química do dia 11/06/2013 e 13/06/2013 destinaram-se à reflexão de como se poderia apresentar o P10C (Pelo espaço cósmico) à comunidade educativa em sessão pública. Propôs-se aos alunos que a apresentação se fizesse entre o palco e a plateia, sendo que no palco estariam no máximo dois autores de cada capítulo e, que entre o público, estivessem os restantes. Durante a apresentação do livro estes iriam levantar-se e ler excertos do seu capítulo. As duas sessões foram muito importantes quer para se controlar o tempo de apresentação, quer para se fazerem ajustes e decidir os excertos a ler. Quando questionados sobre a importância da apresentação deste projeto à comunidade educativa, os alunos concordaram, na sua maioria, que o deviam fazer; apenas um aluno discordou e três não manifestaram opinião.

Tabela 10 – Importância da apresentação à comunidade educativa na opinião dos alunos

	n	%
Discordo absolutamente	0	0,0
Discordo	1	3,8
Concordo	9	34,6
Concordo plenamente	13	50,0
Sem opinião	3	11,5
Total	26	100,0

O P10C (Pelo espaço cósmico) foi apresentado à comunidade educativa a 14/06/2013 (anexo 6 – cartaz de apresentação do projeto). Para esta sessão foram convidados através de correio eletrónico e por convites distribuídos pessoalmente, todos os membros da comunidade escolar – diretor da escola, docentes, auxiliares da ação educativa, representantes da universidade de Aveiro, pais e alunos, comunicação social, bem como os membros da comunidade alargada onde a escola se encontra inserida (pela distribuição de cartazes, bem como por uma notícia saída no jornal local no dia 11/06/2013). A sessão de apresentação teve lugar no auditório de uma das escolas do agrupamento, pelas 21h00, contando com a presença dos alunos da escola, alguns professores da turma, os professores orientadores da prática de ensino supervisionada, pais e familiares dos alunos. Houve lugar ainda a duas palestras relacionadas com a temática do texto elaborado pelos alunos, proferidas por dois docentes da universidade de Aveiro. A noite terminou com a observação do céu, proporcionada pela associação de física da universidade de Aveiro, tendo esta sido uma mais-valia no contexto da noite.

Na opinião da futura professora investigadora, a sessão correu bem. Contou com a presença de cerca de uma centena de pessoas, tendo os alunos mostrado convictamente que a aquisição do livro P10C (Pelo espaço cósmico) seria interessante para o leitor mais comum, que se deixe levar numa viagem divertida e entusiasmante, tendo, através da leitura, acesso a vários conceitos de física e química.

No final, quer os pais quer os professores estavam satisfeitos com a prestação dos alunos e aludiram ao impacto positivo de projetos deste cariz para a formação dos jovens. Considera-se, portanto, que a sessão terá contribuído para demonstrar que a interdisciplinaridade é uma vertente pertinente e a explorar no contexto das aprendizagens significativas. Além disso, constata-se que pode ser determinante na motivação e integração dos próprios alunos nas diferentes disciplinas, como seguidamente se explanará.

Avaliação da atividade realizada

O inquérito por questionário proposto aos alunos tinha, como anteriormente referido, diferentes objetivos e, entre os essenciais, conhecer a opinião dos alunos, em jeito de avaliação, à cerca deste projeto para posterior reflexão. No que respeita à realização de projetos interdisciplinares envolvendo as disciplinas de física e química e português, a resposta foi unânime tendo os alunos afirmado que nunca tinham participado em projetos deste tipo, considerando-o, todavia, vantajoso. Quanto à importância de projetos interdisciplinares, a maioria considera-os importantes tal como se lê na tabela 11:

Tabela 11- Opinião dos alunos sobre projetos desta índole

	Importância da realização destes projetos		Importância de realizar projetos envolvendo várias disciplinas	
	n	%	n	%
Discordo absolutamente	0	0,0	0	0,0
Discordo	0	0,0	0	0,0
Concordo	11	42,3	9	34,6
Concordo plenamente	15	57,7	17	65,4
Sem opinião	0	0,0	0	0,0
Total	26	100,0	26	100,0

Na primeira sessão de apoio a futura professora investigadora questionou os alunos sobre a importância que estes davam ao projeto proposto. Pode ler-se nas notas de campo, a seguir apresentadas, que as opiniões eram diversas, fundamentadas, mas indo já ao encontro, na sua maioria, do que se veio a verificar nos dados da tabela 11.

Ainda nesta sessão, pretendeu-se saber a opinião dos alunos relativamente a este projeto. Na sua maioria, os alunos mostraram-se motivados para este projeto que começava a dar os primeiros passos. Os alunos foram referindo individualmente diversos aspetos pelos quais o projeto os tinha entusiasmado: uns referiram que o facto de pesquisarem mais sobre determinados assuntos que pretendem referir na sua história facilita na aquisição de conhecimentos, outros que uma vez que gostam mais da disciplina de português isso poderá motivar para a disciplina de física e química, outros que pesquisar e seleccionar informação os faz pensar mais sobre os assuntos. Uma das alunas referiu ainda que o projeto é interessante pois este ano ainda não tinha sido proposto nenhum projeto diferente à turma, que os envolvesse "extra aula", e uma das alunas refere que este projeto vem numa altura muito boa pois estava desiludida com o curso ciências uma vez que nenhuma disciplina a deixava ser criativa. Neste projeto diz que poderá mostrar a sua criatividade relacionando-a com os assuntos abordados na disciplina. No entanto, há alunos menos convencidos das benesses deste projeto, como por exemplo, este aluno que diz que são disciplinas muito diferentes e que apesar de gostar de escrever, não é sobre física e química, porque esta é uma ciência. Um dos alunos referiu que ainda não aprendeu nada de novo, pois já conhecia bem o planeta que lhe tinha sido atribuído e os cálculos tinha percebido bem na aula lecionada, demonstrando, no entanto, curiosidade sobre os outros planetas que conhece menos. Um outro elemento referiu o excesso de trabalho no 10ºano, sendo que este será mais um para complicar esta reta final. Justificaram que já tinham aprendido mais sobre os planetas que tinham explorado, bem como o cálculo das temperaturas que alguns disseram não ter compreendido na sala de aula.

Notas de campo, dia 07/05/2013

Importa relembrar que o questionário foi dado a preencher no final da atividade, pelo que os alunos que inicialmente não achavam importante o projeto, com o desenrolar do mesmo, vieram a modificar a sua opinião, como aliás se percebe que aconteceu.

No que diz respeito à opinião dos alunos relativamente ao gozo que lhes deu a concretização deste projeto, as respostas são, na sua maioria, unânimes tendo-se verificado, pelos dados da tabela 12, que este foi um projeto que os alunos gostaram de concretizar.

Tabela 12 – Opinião dos alunos sobre a realização do projeto

	Gostou de realizar este projeto	
	n	%
Discordo absolutamente	0	0,0
Discordo	0	0,0
Concordo	6	23,1
Concordo plenamente	20	76,9
Sem opinião	0	0,0
Total	26	100,0

Importa, ainda, verificar se o mesmo os motivou de igual forma para as disciplinas envolvidas. Pela análise da tabela 13 constatamos que as respostas se distribuem pelos vários itens, ainda que o “Concordo” tenha obtido mais respostas. Saliente-se que a motivação parece ter sido mais conseguida e significativa à disciplina de física e química do que à de português. Enquanto mentora desta investigação, a futura professora considera que a este facto não será alheio ter sido no âmbito da primeira disciplina que a proposta se desenvolveu.

Tabela 13 – Opinião dos alunos sobre se o projeto motivou para as disciplinas envolvidas

	Física e Química		Português	
	n	%	n	%
Discordo absolutamente	1	3,8	2	7,7
Discordo	2	7,7	3	11,5
Concordo	11	42,3	16	61,5
Concordo plenamente	11	42,3	3	11,5
Sem opinião	1	3,8	2	7,7
Total	26	100,0	26	100,0

Questionaram-se os alunos acerca do trabalho cooperante, verificando-se pela leitura da tabela 14 que, para a grande maioria, foi importante que este trabalho fosse realizado em grupo. No entanto, e facilmente se percebe na análise da questão onde era pedido que indicassem dois aspetos negativos deste projeto, alguns referenciaram a falta de cooperação dos colegas do grupo, o que vem corroborar estes resultados. Apesar de preferirem fazê-lo em grupo, podem não ter gostado de o fazer naquele grupo específico. Os grupos mantiveram-se os mesmos do trabalho em sala de aula. Foram divididos, como aliás já foi referido, de forma homogénea em termos de resultados à disciplina de física e química. O mesmo não se verifica à disciplina de português o que poderá ser um indicativo, também, destes resultados uma vez que o projeto exigia esforço em ambas as disciplinas.

Tabela 14 – Opinião dos alunos sobre o trabalho cooperante

	Desenvolvimento do trabalho em grupo		Desenvolvimento do trabalho individualmente	
	n	%	n	%
Discordo absolutamente	1	3,8	16	61,5
Discordo	2	7,7	5	19,2
Concordo	5	19,2	3	11,5
Concordo plenamente	18	69,2	2	7,7
Sem opinião	0	0,0	0	0,0
Total	26	100,0	26	100,0

As três últimas questões eram de resposta aberta onde se pedia aos alunos que indicassem as vantagens, desvantagens e sugestões futuras para o presente estudo.

Como seria expectável, estas questões deram origem a respostas muito dispersas. A fim de poderem ser analisadas e discutidas, teve de se proceder à categorização das mesmas por variáveis afins, que considerámos pertinentes aquando da análise dos dados. Agruparam-se as diferentes respostas na variável aquisição de conhecimentos, contemplando a aquisição de conhecimentos de forma apelativa, a aquisição de conhecimentos a ambas as disciplinas, a aquisição de conhecimentos a português, a aquisição de conhecimentos a física e química e a aquisição de conhecimentos sobre Júlio Verne. Na variável da motivação agruparam-se os alunos que indicaram: motivação para ambas as disciplinas e motivação para a disciplina de física e química. Relativamente às relações interpessoais foram consideradas as respostas que referiam relações professor-aluno, união e proximidade entre elementos da turma e trabalho de grupo. Na variável outros foram consideradas as respostas de melhoria de notas, criatividade e escrita de um livro.

Tabela 15 - Vantagens da estratégia aplicada

	n	%
Aquisição de conhecimentos	17	32,7
Motivação	10	19,2
Relações interpessoais	14	26,9
Outros	9	17,3
Não responde	2	3,8
Total	52	100,0

Pela análise da tabela acima apresentada, verifica-se que a variável da aquisição de conhecimentos é a mais enfatizada pelos alunos. Na realidade, tratava-se de um projeto curricular, em contexto de aprendizagem, e os alunos revelam ter essa consciência. Também se mostraram coerentes no elenco da motivação como sendo uma vantagem do projeto, se tomarmos em consideração as respostas obtidas e apresentadas na tabela 13. Considera-se ainda digno de registo que as relações interpessoais obtenham um valor superior à motivação, dado associado à faixa etária dos participantes do estudo para quem os pares são fundamentais.

As duas últimas questões aparecem uma no seguimento da outra, uma vez que, pedindo aos alunos que identificassem as desvantagens do processo, apresentassem também propostas de melhoria.

Relativamente ao parecer dos alunos acerca das desvantagens da estratégia aplicada, tabela 16, definiram-se quatro variáveis, seguindo a metodologia adotada para o tratamento da questão anterior. Na variável da planificação do professor deve considerar-se o prazo para a realização do trabalho, o horário das sessões de apoio, a utilização de aulas de física e química e o partilhar do conteúdo dos diferentes capítulos no decorrer do trabalho. Já na planificação dos alunos agruparam-se as questões de conflitos no grupo e tempo para trabalhar em grupo. As dificuldades apontadas pelos alunos relacionam-se com dificuldade para mobilizarem os conhecimentos e excesso de trabalho. Os custos envolvidos no projeto foram apontados por três alunos tendo estes sugerido o recurso a patrocínios para os suportar.

Tabela 16 - Desvantagem da estratégia aplicada

	n	%
Planificação do professor	21	40,4
Planificação do aluno	12	23,1
Dificuldades dos alunos	4	7,7
Custos	3	5,8
Não responde	12	23,1
Total	52	100,0

É de tomar em consideração os dados obtidos, pois espelham o desconforto dos alunos face ao projeto, a vários níveis. Para os essenciais, deram os alunos várias pistas de atuação e que se analisam na tabela 17. Se a questão do prazo tinha sido apontada como lacunar em termos de planificação do professor (tabela 16) pode ver-se que a maioria dos respondentes

sugere mais tempo para a realização do mesmo. De facto, a futura professora investigadora tem noção de que o projeto foi realizado num curto espaço de tempo, sendo que foi uma das suas grandes desvantagens. Ressalve-se, todavia, que o enquadramento teórico do mesmo se reporta a uma subunidade programática que estava planificada para o segundo período pelo que, conseqüentemente, a questão do tempo limite era inevitável. Além disso, os alunos levaram tempo a reagir à proposta de trabalho; evoque-se, para tal, o que já foi dito anteriormente, na primeira secção deste capítulo: pela planificação da futura professora investigadora, no dia 17/05/2013 seria esperado que os alunos se encontrassem na fase de *desenvolver* do modelo dos 5E's, mas a maioria dos grupos de encontrava ainda em fase de *explicar*.

Tabela 17 - Sugestões de melhoria dos alunos

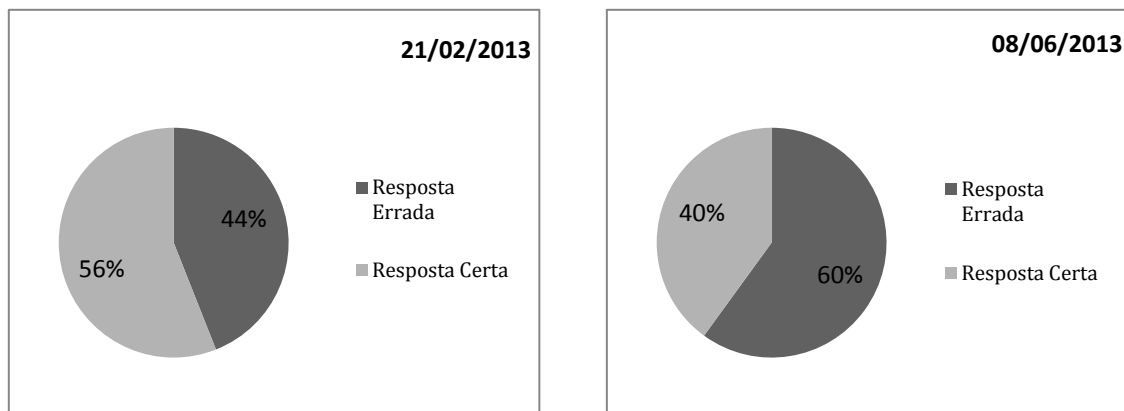
	n	%
Prazo	18	34,6
Gestão de conflitos no grupo	4	7,7
Planificação do trabalho	4	7,7
Recurso a patrocínios	3	5,8
Nada a sugerir	3	5,8
Organização do trabalho	3	5,8
Interdisciplinaridade	2	3,8
Realização de projetos	2	3,8
Pedir a opinião sobre o projeto aos alunos	1	1,9
Não responde	12	23,1
Total	52	100,0

A análise das respostas dos alunos ao questionário realça a salvaguarda que estes fazem ao facto de o tempo para a realização do projeto ter sido pouco, contrastando com o facto de os ter motivado para ambas as disciplinas envolvidas, bem como ter melhorado as relações interpessoais entre os atuantes na turma.

Retomamos agora a questão já referida, da aferição do conhecimento dos alunos através da estratégia da questão do teste. Recorde-se que os alunos se viram confrontados com a mesma questão em dois momentos diferentes de avaliação. Relativamente à análise dos resultados obtidos, optou-se por fazer uma separação para melhor observação: as questões de cálculo (apenas 1.4., visto a 1.5 já ter sido alvo de reflexão) e as que envolvem a aquisição/compreensão de um conceito (1.1.,1.2.,1.6).

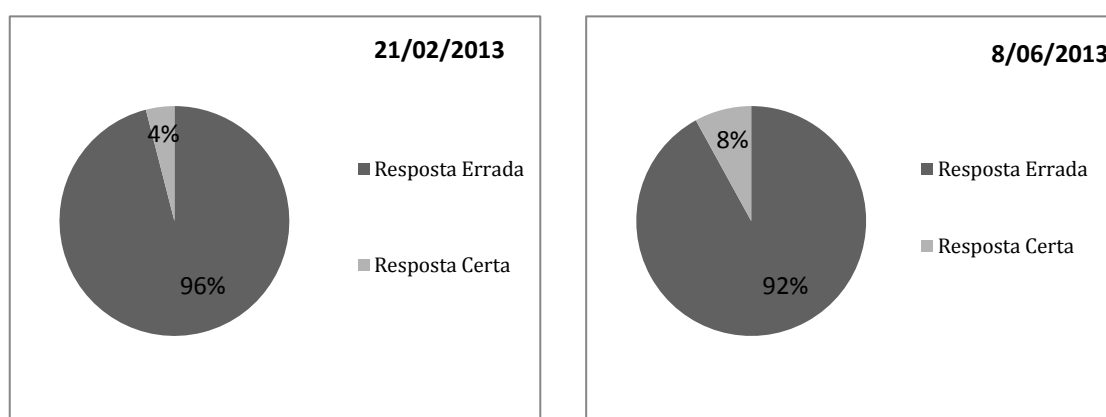
A questão 1.4. era de opção e pedia a escolha da expressão correta da potência emitida pelo planeta Terra. Segundo o gráfico 7, constata-se que do primeiro para o segundo momento de avaliação, o número de alunos que respondeu erradamente aumentou de 11 para 15 alunos, correspondendo a uma percentagem de 44% para 60%, respetivamente.

Gráfico 7 - Resposta à questão 1.4. nos dois momentos de avaliação



No que diz respeito às questões que envolviam aquisição/compreensão de um conceito, também pouco se pode concluir pela análise da mesma. Relativamente à definição de constante solar, explicada recorrendo a um globo terrestre e um foco de luz simulador do Sol durante a aula lecionada, os alunos não demonstraram ter compreendido o conceito. Desta forma, pela análise dos gráficos abaixo, o número de questões erradas passou de 24 em 25 para 23 em 25.

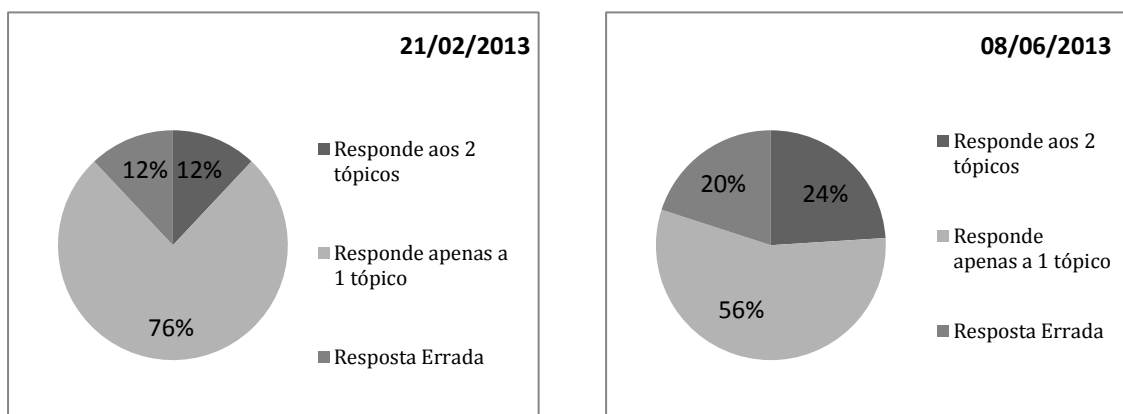
Gráfico 8 - Resposta à questão 1.1. nos dois momentos de avaliação



A resposta à questão 1.2. pressupunha um conhecimento reforçado durante este ano, mas fora lecionado no 7ºano de escolaridade: nem toda a radiação solar atinge a superfície da

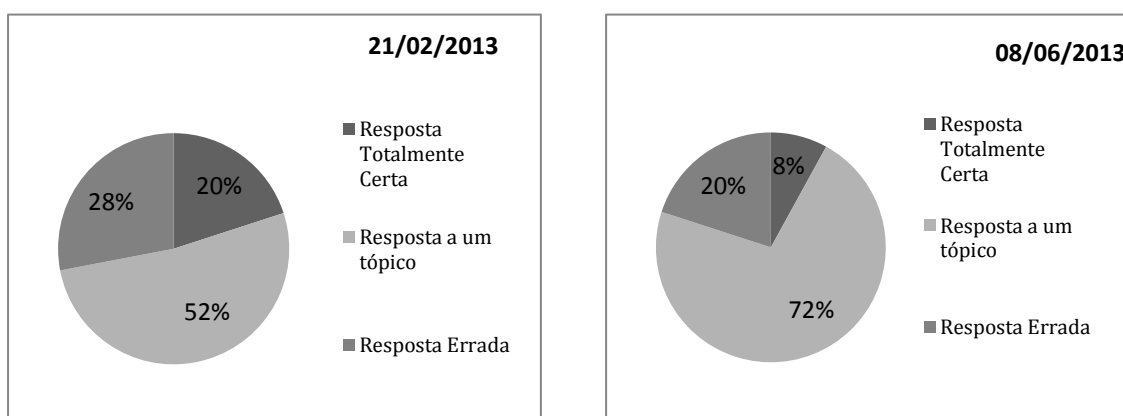
terra - parte é absorvida, parte refletida e ainda outra transmitida. Nesta questão, aumenta o número de alunos com a resposta totalmente certa (de 3 para 6 alunos), mas também aumento o número de alunos que responderam erradamente (de 3 para 5). Desta forma, poder-se-á inferir que os alunos não mostram melhorias significativas de um momento de avaliação para o outro.

Gráfico 9 - Resposta à questão 1.2. nos dois momentos de avaliação



O conteúdo avaliado pela última questão, 1.6., fora aberto à discussão em turma, aquando a aula lecionada sobre esta temática. Realizou-se um teatro com alguns alunos e as diversas perspetivas sobre o efeito de estufa foram abordadas. Todavia, apesar da estratégia envolvente, os alunos não mostram diferenças significativas na aquisição dos conhecimentos. Apesar do número de resposta erradas ter diminuído, essa diminuição não foi significativa (de 7 para 5 alunos) e a resposta totalmente certa viu a sua percentagem a diminuir 14% (o que corresponde a um total de 3 alunos).

Gráfico 10 - Resposta à questão 1.6. nos dois momentos de avaliação



Pode inferir-se destes resultados a falta de consonância entre a evidente falta de aquisição do conhecimento e o parecer dos alunos que apresentaram como a maior vantagem do projeto em que se viram envolvidos a aquisição de conhecimento (cf. Tabela 15). No entanto, a quantidade de conteúdos mobilizados para a construção do texto/história pelos alunos foi muito além dos testados nesta questão. A futura professora investigadora esperava que numa pergunta que fora dada num teste, corrigida em aula e cujo cenário de resposta fora facultado aos alunos, os resultados fossem melhores aquando da sua repetição, mesmo que, além disso, não tivessem sido mobilizados no projeto (o que não foi o caso).

Reforce-se a ideia que, na fase da planificação, o projeto visava, essencialmente, os conceitos da unidade 1 de física: *do Sol ao aquecimento*; uma vez posto na mãos dos alunos, e porque deles uma história mais ou menos interessante, mais ou menos rica em conhecimento, estes foram muito além – o que é de sobremaneira evidente na análise dos resultados da secção um deste capítulo – do que estava inicialmente previsto. Assim, considera-se, agora, redutor confinar a avaliação da aquisição de conhecimentos à questão em análise, ainda que, inicialmente, a mesma nos parecesse pertinente.

CAPÍTULO 6

Considerações finais

Neste capítulo apresentam-se as considerações finais em três secções distintas. Na primeira secção são apresentadas as principais conclusões do trabalho de investigação, na segunda indicam-se as implicações do estudo e sugerem-se pistas para futuras investigações. Por último, na terceira secção, faz-se uma reflexão pessoal e final sobre todo o processo.

Principais conclusões do trabalho

Desenvolver este trabalho no contexto apresentado tornou-se um desafio muito maior do que o que inicialmente se podia ter imaginado. No capítulo I deste trabalho definiram-se objetivos específicos que iam de encontro à tentativa de resposta da questão de investigação: “Em que medida a escrita de um texto narrativo científico inspirada em Júlio Verne estimula os alunos a aplicarem conhecimentos científicos de física? – Um estudo de caso com alunos do 10º ano de escolaridade do curso de ciências e tecnologias.”

Com os resultados deste estudo, constata-se que a utilização de uma estratégia desta natureza, que envolve duas disciplinas díspares, não é, que se tenha conhecimento, usual. Apresenta, pela análise dos mesmos, potencialidades do ponto de vista da motivação para o ensino e aprendizagem da ciência. Os alunos podem desenvolver competências quer a nível da construção da sua aprendizagem a física e química e a português, quer a nível da sua criatividade e do seu envolvimento num projeto que depende do seu esforço pessoal para se concretizar.

A estratégia utilizada permite, como já foi referido, desenvolver competências a nível do conhecimento substantivo, do raciocínio, da comunicação e de atitude, mas também da capacidade que os alunos têm de transmitir a outros o próprio conhecimento. A mesma permite ainda pesquisar, planejar, deduzir, argumentar, explicar, refletir para poder construir uma história mobilizando conhecimentos científicos. Esta atividade constitui uma ferramenta que permite aos alunos aprender ciência e sobre ciência, explicando-a aos outros, ou seja,

relacionando-a com os problemas que eles próprios querem ver resolvidos. A futura professora investigadora acredita que este tipo de atividades pode contribuir para a promoção de literacia científica dos alunos, uma vez que parece ser motor para estes interpretarem e pensarem sobre os seus conhecimentos, dando ênfase à resolução de problemas por si colocados.

Ao implementar esta estratégia, até então desconhecida dos alunos, a futura professora investigadora estava ciente que lhes propunha uma tarefa em trabalho autónomo, apesar de toda a planificação prévia e conjunta. A evolução dos alunos no desenvolvimento das várias etapas do processo investigativo foi notória. Os textos criados revelavam evoluções grandes ao nível dos conhecimentos que iam sendo mobilizados para as suas histórias. Um dos fatores essenciais à prossecução desta tarefa, foi a adoção do modelo dos 5E'S para a planificação desta atividade, o que permitiu aos alunos irem construindo a sua história como desejavam, discutindo-a e avaliando-a regularmente com a futura professora investigadora.

No entanto, a análise do conteúdo dos textos desenvolvidos pelos alunos permite perceber que há dificuldade na mobilização e integração de conhecimentos, demonstrando que a linguagem científica deve ser uma das competências a desenvolver necessariamente junto dos alunos de ciências.

Quando se equacionou a proposta de uma viagem espacial, pensou-se que os alunos iriam centrar a sua reflexão em questões ambientais, nomeadamente, como gerir os recursos, como garantir a sobrevivência, entre outros. Ao longo do processo, a futura professora investigadora foi verificando que tais preocupações não foram as primordiais na conceção da história pelos alunos. Estes desviaram a sua “rota” em função de questões que visavam, essencialmente, o serem reconhecidos por novas descobertas vivendo diferentes aventuras. Tal facto pode advir, na sua opinião, da situação que vivemos neste momento, fazendo crer que só a diferença poderá levar ao sucesso. Quanto às preocupações de sobrevivência, elas não serão, talvez, aquelas que mais preocupam os nossos alunos no seu dia-a-dia.

Pintrich & De Groot (1990) apresentam o interesse na atividade proposta, a confiança na própria capacidade de aprender e o valor percebido na tarefa que têm, como sendo fatores associados a comportamentos de envolvimento, reflexão, compreensão e maior atenção por parte dos alunos. Na realidade, na estratégia proposta, a futura professora investigadora sente que o facto de os alunos terem como principal objetivo o produto final, ou seja, a edição

de um livro, fez com que o interesse pela atividade impelisse a saber mais, envolvendo-os em momentos de reflexão, discussão, argumentação, compreensão e criação.

Foi possível perceber, pela análise das respostas ao questionário, que este estudo alterou a motivação dos alunos para a disciplina de física e química e para a disciplina de português. Por intermédio desta atividade, mostrou-se que a disciplina de física e química pode assumir uma dimensão mais quotidiana e propor-se à resolução de problemas, deixando de estar associada, apenas, à memorização de leis, fórmulas e cálculos. Importa referir que durante todo o ano letivo, foi-se tentando que os alunos assim a compreendessem, todavia só quando estes se viram obrigados a dar respostas aos seus próprios problemas, a disciplina foi apontada como mais desafiante.

No que diz respeito às dificuldades sentidas, as iniciais prenderam-se com o trabalho em grupo e, pela avaliação dos alunos, as mesmas mantiveram-se até ao final do trabalho. Se por um lado os alunos apontam como um dos aspetos mais positivos o facto de poderem trabalhar em grupo, um dos aspetos que referem como negativo é a gestão de conflitos entre os seus elementos. Porém, pode concluir-se que 85% dos alunos (23) prefere que trabalhos desta índole sejam realizados em grupo. A futura professora investigadora concorda, pelo que observou, que o trabalho de grupo enriqueceu esta atividade, pois não só permitiu a discussão saudável de ideias e construção de histórias a mais do que uma voz, como também propiciou a aprendizagem da gestão das relações interpessoais, nomeadamente pela exposição ao conflito.

Aprender e escrever ciência implica aprender a sua linguagem. Esta atividade potenciou a utilização de um vocabulário específico e permitiu que os alunos desenvolvessem competências linguísticas, onde aliás também foram avaliados. Evidencia-se, porém, que a forma como os alunos comunicaram e escreveram as suas histórias foi melhorando no decorrer da atividade. Não serão alheias a esta melhoria, as sessões extra aula onde a futura professora investigadora incentivava os alunos a pensarem e verbalizarem os conceitos ou problemas que pretendiam explorar. Esta constatação leva a futura professora investigadora a questionar-se se uma das origens das dificuldades sentidas, ao nível do desenvolvimento de competências conceptuais, não residirá na dificuldade que os alunos têm em utilizar a sua própria língua, escrita e falada.

No que concerne à relação dos alunos com o texto de inspiração para este projeto, parece que os mesmos também o valorizaram, como se pode constatar da análise decorrente da tabela 5 apresentada na página 46 deste trabalho.

Do aqui exposto, a futura professora investigadora considera que a resposta à questão de investigação foi positiva e alcançada. Acredita, também, que se um novo estudo fosse realizado, em condições idênticas, os resultados obtidos seriam semelhantes, porém os resultados deste trabalho não podem ser generalizados pois a amostra é reduzida. Tal opinião baseia-se no facto de todos os alunos terem aderido à estratégia proposta manifestando entusiasmo, curiosidade, criatividade e motivação para o projeto. O empenho que colocaram nesta atividade superou as expectativas da futura professora investigadora, motivando-a, no exercício da sua futura profissão, a proporcionar estratégias que levem os alunos a darem-se conta do impacto que o conhecimento sobre ciência tem na construção de cidadão ativos, responsáveis e críticos.

Reconhece-se que, na análise de alguns dos resultados obtidos, poder-se-ia ter feito um trabalho mais esclarecedor com professora de português, dando a conhecer a sua visão pessoal sobre o projeto. Na verdade, o trabalho interdisciplinar seria impensável sem a sua disponibilidade e capacidade de integração dos conteúdos linguísticos e literários, sendo esta uma mais-valia nesta atividade. Porém, como estava fora das premissas iniciais deste trabalho, a referida análise não foi efetuada.

Implicações do estudo

Os resultados desta estratégia, analisados e discutidos, vêm confirmar que abordagens interdisciplinares de índole semelhante não só são possíveis, como muito enriquecedoras essencialmente na motivação dos alunos para as diferentes disciplinas. Os resultados encontrados podem motivar também outros professores a realizarem atividades semelhantes, nas suas práticas. Com práticas assim contribuirão para o desejável ensino centrado nos alunos, onde eles próprios têm a necessária autonomia, gerida pelo professor, para responderem aos seus problemas. No final deste estudo, a futura professora investigadora acredita que as atividades realizadas possibilitaram o desenvolvimento e aquisição de competências pelos alunos.

Como já foi referido, a generalização deste estudo não pode ser efetuada uma vez que, quer pelo tamanho da amostra, quer pela opção metodológica - estudo de caso qualitativo - sendo esta uma das suas limitações. Outro aspeto limitador, neste trabalho, relaciona-se com a falta de experiência da futura professora investigadora na área da investigação. Assumir a dualidade de papéis, ou seja, ser observadora mas participar na aplicação da estratégia não é tarefa fácil, sobretudo se não foi experimentada anteriormente, como é o caso. Este aspeto pode justificar alguma subjetividade e marcas pessoais, nomeadamente a nível de notas de campo efetuadas.

Considera-se também que um estudo desta natureza poderia ter sido concebido e planeado para implicar outras disciplinas para além do português. Todavia, tal envolveria uma gestão de professores e aulas que não é, com certeza, missão fácil com os programas que as diversas disciplinas têm de cumprir. Porém pensa-se que tal facto enriqueceria ainda mais o trabalho proposto aos alunos.

Na revisão bibliográfica efetuada não se encontraram estudos semelhantes a este em Portugal. Importa, no entanto, referir que Galvão et al. (2006), em Avaliação de competências em ciências, propõe como exemplo de intervenção em contextos educativos, o planeamento de uma viagem interplanetária identificando como uma das grandes vantagens a interdisciplinaridade de uma atividade desta natureza. Uma proposta baseada na anterior encontra-se no projeto PARSEL (Popularity and Relevance of Science Education for Science Literacy). Este tem como objetivo identificar, desenvolver e divulgar materiais/recursos de educação em ciência, tendo em vista estimular o interesse dos alunos pela ciência e a promoção da sua literacia científica e tecnológica e, entre várias propostas, propõe também uma viagem interplanetária. (PARSEL, 2005)

Considera-se, no entanto, que se deve potenciar a realização de estudos com características semelhantes a este, para ser possível uma reflexão mais fundamentada sobre algumas questões, tais como, por exemplo:

“Um estudo semelhante, mas como outros participantes da mesma faixa etária, chegaria aos mesmos resultados?”

“Há diferenças a nível da motivação para a disciplina entre alunos sujeitos a esta estratégia e a outros que nunca a experimentaram?”

“Estratégias interdisciplinares semelhantes poderão ser aplicadas entre mais que duas disciplinas, efetivando-se vantagens para as mesmas?”

“Direcionando os alunos para a escrita, abordando conteúdos pré-definidos, levaria à aquisição efetiva dos mesmos?”

Parece imperativo concluir que a importância de uma investigação não se confina às conclusões que se podem tirar deste processo, mas também com as questões que esta investigação coloca quando olhamos e refletimos sobre a mesma. Em termos pessoais, esta investigação já potenciou uma reflexão sobre o contributo e as implicações que o mesmo teve na futura professora investigadora e que a seguir se apresentam.

Reflexão final

Este trabalho surge no primeiro ano em que a futura professora investigadora tem contacto com a realidade escolar e com a profissão a que se propõe. É portanto, atreva-se a dizer, um ano muito importante na formação académica de um futuro professor. Trata-se de um momento difícil, talvez ingrato, pois exige a adaptação de um ainda estudante a muitas variáveis distintas, tais como a escola enquanto instituição, os alunos, os orientadores, a preparação e leção das aulas, a comutação de papéis, entre tantas outras coisas. A futura professora investigadora reconhece que antes deste ano letivo, e possivelmente pelo facto de ter vivido um ensino mais tradicional, não sentia ser possível ver os alunos a desenvolverem trabalho mais autónomo centrado na exploração e resolução de problemas. Todavia, o orientador pedagógico mostrou, na prática e desde o início da sua atividade letiva que tal era possível, que se gerava aprendizagem e se mantinham os alunos mais presentes e ativos na sala de aula. Tal forma de estar conduziu a uma crescente predisposição em adotar práticas e estratégias centradas nos alunos. No início do estudo, a futura professora investigadora sentia-se receosa sobre a forma com os alunos iriam reagir ao projeto e se este teria algum impacto na motivação dos mesmos. No entanto, este receio foi-se desvanecendo logo na apresentação do projeto à turma, como aliás se referiu no capítulo 5. As histórias finais dos capítulos do livro P10C (Pelo espaço cósmico) excederam por completo as expectativas da futura professora e a história tomou corpo num livro que já foi alvo de interesse por parte de uma editora. Como investigadora, reconhece que a estratégia motivou para a disciplina,

desenvolvendo nos alunos competências em vários domínios. Os alunos trabalharam com satisfação e empenho, dedicando tempo extra aula, demonstrando que estavam entusiasmados em levar a cabo a estratégia proposta, desafiando limites que a eles próprios se aplicavam. A futura professora investigadora está convicta que a estratégia concebida apresenta potencial para o desenvolvimento científico dos alunos.

A escrita das notas de campo provocou uma reflexão sobre as suas práticas, permitindo a tomada de decisão ao nível do desenvolvimento de toda a atividade. À medida que as aulas e sessões iam decorrendo, a futura professora investigadora sentiu-se progressivamente mais confiante, que a levou a momentos de proveitosa discussão e reflexão conjunta com os seus alunos.

Por se tratar de uma investigação sobre práticas educativas, a futura professora investigadora desenvolveu também competências a nível investigativo. Este trabalho foi muito importante, pois contribuiu para o crescimento profissional e pessoal da futura docente. Nomeadamente, por fazê-la acreditar que é necessário incentivar à mudança de práticas docentes de forma a promover a literacia científica dos alunos. Para os alunos, estratégias como esta podem ser um estímulo à motivação para as disciplinas, a todos, mostra-se que os alunos são capazes de aliar vários conhecimentos na construção de um projeto que os motive.

O conhecimento sobre ensinar emerge, segundo Loughran, Berry e Mulhall (2006), do resultado de experiências de aprendizagens. Tal só é possível, segundo os mesmos autores, se o professor quebrar rotinas, aplicando estratégias centradas nos seus alunos.

Ao realizar este estudo, a futura professora sente que esta estratégia lhe permitiu momentos diversificados de reflexão quer sobre a sua prática, nomeadamente nas planificações de toda a atividade, quer sobre o seu conhecimento e a forma como o transmite. Este estudo e o envolvimento pessoal que o mesmo possibilitou, permitiram-lhe construir novos significados sobre o que é o ensino e a aprendizagem.

BIBLIOGRAFIA

- Afonso, J. A., & Leal, I. P. (2009). Escala de Motivação: Adaptação e Validação da Motivation Scale (M.S.) de Rempel, Holmes & Zanna. *Psicologia, Saúde & Doenças*, 10, 249-266.
- Aikenhead, G. S. (2009). *Educação científica para todos*. Portugal: Edições Pedagogo.
- Alev, N. (2010). Perceived values of reading and writing in learning physics in secondary classrooms. *Academic Journals*, 5, 1333-1345.
- Almeida, L. S., & Freire, T. (2007). *Metodologia da investigação em psicologia e educação*. Braga: Psiquilíbrios Edições
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Bybee, R. (2001). Scientific inquiry, student learning, and the science curriculum. In R. Bybee (Ed.), *Learning science and the science of learning*. Arlington: VA: NSTA press.
- Bybee, R., Taylor, J., Gardner, A., Scotter, P., Powell, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: origins, effectiveness and applications. *Colorado Springs*. Consultado em Janeiro de 2013 em: <http://sisltportfolio.missouri.edu/ssg392/bscs5eexecsummary.pdf>
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, educação em ciências e ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Carvalho, G. S. (2009). Literacia científica: conceitos e dimensões. In F. Azevedo & M. G. Sardinha (Eds.), *Modelos e práticas em literacia* (pp. 179-194). Lisboa, Lidel.
- Carvalho, J. A. B., Silva, A. C. d., & Pimenta, J. (2006). [Uso da Escrita em Diferentes Disciplinas Escolares: Construção ou reprodução de conhecimento?].
- Chagas, I. (2000). *Literacia científica. O grande desafio para a escola.*, Escola Superior de Educação de Lisboa.
- Chiappetta, E. (1997). Inquiry-based science strategies and techniques for encouraging inquiry in the classroom. *Science Teacher*, 8, 22-26.
- Fang, Z. (2004). Scientific literacy: A systemic functional linguistics perspective. *Science Education*, 89(2), 335-347.
- Ferreira, J. C. D. (2011). *Aproximações entre a obra de Júlio Verne e o ensino da física*. Mestre em Educação, UNESP.

- Ferreira, J. C. D., & Raboni, P. C. A. (2010). *A obra de Júlio Verne: suas possibilidades de utilização em aulas de física*. Paper presented at the II Seminário Nacional em Estudos da Linguagem: Diversidade, Ensino e Linguagem.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, A., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências - Sugestões para professores dos ensino básico e secundário*. Porto: Asa Editores.
- Glynn, S. M., & Muth, K. D. (1994). Reading and writing to learn science: achieve scientific literacy. *Journal of research in science teaching*, 31(9), 1057-1073.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: towards a personalized approach*. Buckingham: Open University Press.
- Keys, C. W. (1999). Revitalizing Instruction in scientific genres: connecting knowledge production with writing to learn in science. *Science Education*, 83(2), 115-130.
- Klein, P. D. (1999). Reopening Inquiry into Cognitive Processes in Writing-To-Learn. *Educational Psychology Review*, 11(3), 203-270.
- Lessard-Hérbert, M., Goyette, G., & Boutin, G. (2008). *Investigação qualitativa: fundamentos e práticas* (3ª ed.). Lisboa: Instituto Piaget.
- Lorsbach, A. (2008). The learning cycle as a tool for planning science instruction. Consultado em Janeiro de 2013 em: <http://scienceclubforgirls.org/wp-content/uploads/2012/10/LearningCycle.pdf>
- Loughran, J., Berry, A., & Mulhall, P. (2006). *Understanding and developing science teachers. Pedagogical content knowledge*. Austrália: Sense Publishers.
- Magalhães, S., & Tenreiro-Vieira, C. (2006). Educação em ciências para uma articulação ciência, tecnologia, sociedade e pensamento crítico. Um programa de formação de professores. *Revista Portuguesa de Educação*, 19(2), 85-110.
- Martins, I. P., L.Costa, J. A., G.Lopes, J. M., Magalhães, M. C., Simões, M. O., Simões, T. S., . . . Caldeira, H. (2001). *Programa de Física e Química A 10º ou 11º anos*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Mizuno, K., Tanaka, M., Fukuda, S., Imai-Matsumura, K., & Watanabe, Y. (2011). Relationship between cognitive function and prevalence of decrease in intrinsic academic motivation in adolescents. *Behavioral and Brain Functions*, 7(4).
- Moraes, C. R., & Varela, S. (2007). Motivação do aluno durante o processo de ensino-aprendizagem. *Revista Eletrônica da Educação*, 1.
- Morgado, J. C. (2012). *O estudo de caso na investigação em educação*: De Facto Editores.
- OCDE. (2003). The PISA 2003 Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science and problem solving knowledge and skills. Consultado em Junho de 2013 em <http://www.oecd.org/dataoecd/46/14/33694881.pdf>

- Oliveira, A. A. d., & Zanetic, J. (2008). Critérios para analisar e levar para a escola a ficção científica. *Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*.
- Pardal, L., & Correia, E. (1995). *Métodos e Técnicas de Investigação Social*. Porto: Areal Editores.
- Pardal, L., & Soares, E. (2011). *Métodos e Técnicas de Investigação Social*: Areal Editores.
- PARSEL. (2005). Popularity and Relevance of Science Education for Science Literacy Consultado em Junho 2013 em <http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/index.php?id=44>
- Pereira, M. L. N. (2010). Factores que favorecen el desarrollo de una actitud positiva hacia las actividades académicas. *Revista Educación*, 34(1), 31-53.
- Piassi, L. P. (2013). A ficção científica e o estranhamento cognitivo no ensino de ciências: estudos críticos e proposta de sala de aula. *Ciência & Educação (Bauru)*, 19(1), 151-168.
- Pintrich, P. R., & Groot, E. V. D. (1990). Motivational and Self-Regulated Learning Components of Classroom Academic Performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33-41.
- Roldão, M. d. C. (2009). *Estratégias de ensino - O saber e o agir do professor*. Lisboa: Presença.
- Sousa, D. N. d. (2012). Apontamentos da disciplina de metodologias de investigação em educação - Métodos quantitativos e qualitativos em educação. Departamento da Educação: Universidade de Aveiro.
- Vieira, N. (2007). Literacia científica e educação em ciência. *Revista Lusófona de Educação* 10, 97-108.

ANEXOS

ANEXO 1

Sinopse do livro: *Heitor Servadac – Os habitantes do cometa*⁶

Neste livro, Heitor Servadac é um capitão do Estado Maior. Encontra-se com um militar do exército, Ben-Zouf em serviço na Argélia, quando na madrugada de 1 de Janeiro de 18.., dão por si numa “Terra” muito alterada onde o seu “peso” diminuiu, onde o movimento aparente do Sol se passou a realizar no sentido inverso (de ocidente para oriente), onde a atmosfera se tornou rarefeita. A determinada altura o dia solar passou a durar apenas seis horas e a temperatura de ebulição desceu para quase metade, entre outros acontecimentos.

Por obra do acaso encontram outros seres humanos e chegaram à conclusão que já não se encontrava no planeta Terra mas num cometa que atingiu a Terra sobre a região do Mar Mediterrâneo e que trouxera consigo devido à força de atração gravítica, a atmosfera de minúsculas frações, dos continentes Europeu e Africano. Um dos sobreviventes, Palmyrin Rosette era astrónomo. Batizou o cometa com o nome de Gália e determinou a sua órbita. Pelos seus cálculos o cometa voltaria a cruzar-se com a Terra dois anos depois. Até lá teriam de se organizar de forma a conseguirem ultrapassar as consequências (tais como, temperatura, mantimentos entre outras), do afastamento do cometa da estrela que permite a existência de vida. Tal como Rosette havia previsto, o cometa volta a encontrar-se com o planeta Terra, voltando tudo à normalidade.

⁶A partir de https://pt.wikipedia.org/wiki/Hector_Servadac [consultado em Janeiro 2013]

ANEXO 2

Inquérito

QUESTIONÁRIO AOS ALUNOS

Nas últimas semanas desenvolveu-se um projeto interdisciplinar cujo resultado é a apresentação do livro P10C – Pelo espaço cósmico. Este questionário tem como objetivo fazer o levantamento das perceções dos alunos envolvidos sobre o desenvolvimento do projeto.

O questionário é anónimo mas a VOSSA resposta é fundamental para se poder melhorar projetos semelhantes no futuro. Assim sendo, deves ser sincero(a) e responder a todas as perguntas, atendendo às escalas de opinião indicadas. Caso não tenhas opinião formada podes assinalar a opção 5. Os dados aqui fornecidos terão o maior sigilo e anonimato pelo que não deves colocar o teu nome em nenhuma parte e ou folha do questionário.

Obrigada pela tua colaboração!

Maria Machado

1. Foi a primeira vez que realizaram um trabalho interdisciplinar entre a disciplina de Português e a de Físico-Química?

Sim ☐

Não ☐

2. Relativamente ao projeto P10C (Pelo espaço cósmico) indica, na tabela seguinte, a tua opinião sobre as diferentes frases, tendo em conta a escala de 1 a 5, onde 1 = Discordo absolutamente, 2 = Discordo, 3 = Concordo, 4 = Concordo plenamente, 5= Sem opinião.

É importante a realização destes projetos.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
É importante desenvolver projetos envolvendo várias disciplinas.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
É importante apresentar o resultado à comunidade educativa.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Gostei de realizar o projeto de escrita do livro.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
A escrita do livro motivou-me para a disciplina de F.Q..	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
A escrita do livro motivou-me para a disciplina de Português.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Foi importante a participação de toda a turma para chegar ao resultado final do trabalho – o livro	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

P10C – Pelo espaço cósmico	
Participar na escrita do capítulo motivou-me para o trabalho.	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/>
Gostei de desenvolver o projeto com o meu grupo.	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/>
Gostava de ter desenvolvido o projeto individualmente.	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/>
Para a escrita do livro, foi importante consultar várias fontes de informação	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/>
Para qualquer trabalho, é importante verificar a informação em mais que uma fonte.	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/>

3. No que diz respeito aos materiais e orientações fornecidos para fazer o trabalho indica, na tabela seguinte, a sua utilidade tendo em conta a escala de 1 a 5, onde 1 = Completamente Inútil, 2 = Inútil, 3 = Útil, 4 = Muito útil, 5= Sem opinião.

Excertos dos volumes do livro: Heitor Servadac - O cataclismo cósmico e Heitor Servadac - Os habitantes do cometa de Júlio Verne.	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/>
Sinopse dos livros Heitor Servadac - O cataclismo cósmico e Heitor Servadac - Os habitantes do cometa de Júlio Verne.	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/>
Caracterização das personagens dos livros Heitor Servadac - O cataclismo cósmico e Heitor Servadac - Os habitantes do cometa de Júlio Verne..	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/>
Sessões de apoio ao trabalho escrito.	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/>
Tabela com características gerais dos planetas.	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/>
Correção dos cálculos das temperaturas.	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/>
Excertos de textos de livros de Júlio Verne.	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/>
Ficha explicativa do texto narrativo recorrendo a exemplos de Júlio Verne.	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/>
Indicação de alguns sites para pesquisa.	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/>

4. Relativamente aos conhecimentos utilizados na escrita do capítulo do livro, indica na tabela seguinte a tua opinião sobre as diferentes frases, tendo em conta a

escala de 1 a 5, onde 1 = Discordo absolutamente, 2 = Discordo, 3 = Concordo, 4 = Concordo plenamente, 5= Sem opinião.

Referi conhecimentos do 10ºano de F.Q..	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Referi conhecimentos de outros anos abordados na disciplina de F.Q..	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Utilizei conhecimentos do 10ºano de Português	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Utilizei conhecimentos de outros anos abordados na disciplina de Português.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

5. Indica dois aspetos positivos na realização deste projeto.

6. Indica dois aspetos negativos na realização deste projeto.

7. Faz algumas sugestões para que projetos de carácter semelhante sejam melhorados no futuro.

ANEXO 3

Grelha de classificação

				Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
			Cotação	0	1-10	11-13	14-17	18-20
Conhecimentos científicos	Integra conhecimentos diversificados na escrita do capítulo;	Mobiliza conhecimentos da unidade 1 de física: Do Sol ao Aquecimento	3	Não mobiliza conhecimentos	Mobiliza poucos conhecimentos	Mobiliza alguns conhecimentos	Mobiliza a maior parte dos conhecimentos	Mobiliza os conhecimentos relevantes
		Mobiliza outros conhecimentos de física e de química	2	Não mobiliza conhecimentos	Mobiliza poucos conhecimentos	Mobiliza alguns conhecimentos	Mobiliza parte dos conhecimentos que aprendeu no ensino básico.	Mobiliza os conhecimentos relevantes do ensino básico.
		Os conteúdos mobilizados para o texto apresentam coerência científica	2	Não utiliza linguagem clara	Utiliza linguagem pouco clara	Utiliza linguagem clara	Utiliza linguagem clara	Utiliza linguagem clara cuidada
	Rigor na linguagem científica.	Define corretamente os conceitos que mobiliza	2	Não define nenhum conceito.	Define poucos conceitos e com erros científicos.	Define conceitos básicos mas com erros científicos	Define conceitos avançados e sem erros científicos	Define conceitos avançados exemplificando e sem erros científicos
		Demonstra criatividade e espírito crítico na mobilização e exposição de conhecimentos	2	Não expõe conhecimentos	Expõe os conhecimentos de forma factual	Expõe os conhecimentos com alguma criatividade e originalidade.	Expõe os conhecimentos de forma original e criativa.	Expõe os conhecimentos de forma criativa demonstrando espírito crítico.
	Exploração de fontes bibliográficas adicionais	Recorre a bibliografia adequada	1	Sem bibliografia	Apresenta até três fontes bibliográficas de forma incorreta.	Apresenta entre três a seis fontes bibliográficas de forma incorreta.	Apresenta mais de seis fontes bibliográficas corretamente.	Apresenta corretamente mais de seis fontes bibliográficas sendo criteriosamente escolhidas.

				Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
			Cotação	0	1-10	11-13	14-17	18-20
Domínio da comunicação escrita	Produção de um discurso correto nos planos lexical, morfológico, sintático, ortográfico e de pontuação.	Ortografia/Gramática	2	Erros graves	Muitos erros	Alguns erros	Poucos erros	Sem erros
	Coerência e coesão do texto	Organização e elaboração do texto	3	Não há qualquer organização no texto. Ideias difusas e sem qualquer interligação.	Mal organizado: sem progressão lógica. Ideias pouco claras	Alguma organização: saltam algumas partes importantes na história.	Boa Organização: a história apresenta interligação de ideias.	Muito boa organização: os aspetos estão cuidadosamente interligados na história.
	Criatividade e Espírito crítico	Texto criativo e apelativo	3	A história não tem criatividade	A história tem pouca criatividade.	A história tem alguma criatividade mas é pouco explorada.	A história tem criatividade e é explorada.	A história é bastante criativa e muito bem explorada.

ANEXO 4

Tabela com os dados relativos a cada planeta

Planeta	Massa(kg)	Volume (km ³)	Densidade média (kg/m ³)	Raio do planeta (km)	Distância média ao Sol (km)	Gravidade à superfície (m/s ²)	Albedo	Constante solar (W/m ²)	Temperatura média	Nº de satélites naturais	Composição atmosférica (em volume, incerteza entre parenteses)
Mercúrio	3,302x10 ²³	6,083x10 ¹⁰	5427	24309,7	5,791x10 ⁶	3,7	0,068	9126,6	Dia - 623K Noite - 103K	0	42% Oxigénio (O ₂), 29% Sódio (Na), 22% Hidrogénio (H ₂), 6% Hélio (He), 0.5% Potássio(K), vestígios de : Argon (Ar), Dióxido de carbono (CO ₂), Água (H ₂ O), Azoto (N ₂), Xenon (Xe), Cripton (Kr), Neón (Ne), Cálcio e ião cálcio(Ca e Ca ⁺), Magnésio (Mg)
Vénus	4,8685x10 ²⁴	9,2842*10 ¹¹	5243	6051,8	1,0821x10 ⁸	8,87	0,9	2613,9	750K	0	Maioritário: 96,5% Dióxido de carbono (CO ₂), 3,5% Azoto (N ₂);
											Minoritária(ppm): Dióxido de sulfureto (SO ₂) - 150; Argon (Ar) - 70; Água (H ₂ O) - 20; Monóxido de carbono (CO) - 17; Hélio (He) - 12; Néon (Ne) - 7
Terra	5,9736x10 ²⁴	1,08321x10 ¹²	5515	6371	1,4960x10 ⁸	9,798	0,306	1367,6	Mín. - 183K Máx. - 333K	1	Maioritária : 78.08% Azoto (N ₂), 20.95% Oxigénio (O ₂)
											Minoritária (ppm): Argon (Ar) - 9340; Dióxido de carbono (CO ₂) - 380, Neon (Ne) - 18,18; Hélio (He) - 5,24; CH ₄ - 1,7; Cripton (Kr) - 1,14; Hidrogénio (H ₂) - 0,55

Marte	6,4185x10 ²³	1,6318x10 ¹¹	3933	3389,5	2,2792x10 ⁸	3,71	0,25	589,2	Mín. - 133K Máx. 293K	2	<p>Maioritário: Dióxido de carbono (CO₂) - 95,32% ; Azoto (N₂) - 2,7% ; Argon (Ar) - 1,6% ; Oxigénio (O₂) - 0,13% ; Monóxido de carbono (CO) - 0,08% ;</p>
											<p>Minoritário (ppm): Água (H₂O) - 210; Óxido nítrico (NO) - 100; Néon (Ne) - 2,5; Hidrogénio-Deutério-Oxigénio (HDO) - 0,85; Cripton (Kr) - 0,3; Xenon (Xe) - 0,08</p>
Júpiter	1,8986x10 ²⁷	1,43128x10 ¹²	1326	69911	7,7857x10 ⁹	24,79	0,343	50,5	163K	67	<p>Maioritária: Hidrogénio molecular (H₂) - 89,8% (2,0%); Hélio (He) - 10,2% (2,0%)</p>
											<p>Minoritário (ppm): Metano (CH₄) - 3000 (1000); Amónia (NH₃) - 260 (40); Hidrogénio Deutério (HD) - 28 (10); Etano (C₂H₆) - 5,8 (1,5); Água (H₂O) - 4 (varia com a pressão)</p>
Saturno	5,6846x10 ²⁶	8,2713x10 ¹¹	687	58232	1,43353x10 ⁹	10,44	0,342	14,9	93K	62	<p>Maioritário: Hidrogénio molecular (H₂) - 96,3% (2,4%); Hélio (He) - 3,25% (2,4%)</p>
											<p>Minoritário (ppm): Metano (CH₄) - 4500 (2000); Amónia (NH₃) - 125 (75); Hidrogénio deutério (HD) - 110 (58); Etano (C₂H₆) - 7 (1,5)</p>

Úrano	8,6832x10 ²⁵	6,833x10 ¹³	1270	25362	2,87246x10 ⁹	8,87	0,3	3,71	55K	27	Maioritário: Hidrogénio molecular (H ₂) - 82,5% (3,3%); Hélio (He) - 15,2% (3,3%); Metano (CH ₄) - 2,3%
											Minoritário (ppm): Hidrogénio Deutério (HD) - 148
Neptuno	1,0243x10 ²⁶	6,254x10 ¹³	1638	24622	4,49506x10 ⁹	11,15	0,29	1,51	55K	13	Maioritário: Hidrogénio Molecular (H ₂) - 80,0% (3,2%); Hélio (He) - 19,0% (3,2%); Metano (CH ₄) 1,5% (0,5%)
											Minoritário (ppm): Hidrogénio Deutério (HD) - 192; Etano (C ₂ H ₆) - 1,5

Estes dados foram retirados de: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/>

ANEXO 5

Questão do teste

1. Lê, atentamente, o seguinte texto:

Se a Terra apenas absorvesse a radiação solar que nela incide a sua temperatura subiria continuamente. No entanto, a Terra também irradia energia para o espaço. Mediante este processo de absorção e de emissão, mantém-se uma condição de equilíbrio que é conhecida como balanço energético da Terra. Na verdade, o equilíbrio que ocorre dá-se entre a taxa de absorção de energia e a taxa de emissão de energia [...]. Na distância média ao Sol, a energia radiante do Sol chega à Terra a uma taxa de 1370 W/m^2 (a constante solar). [...]

A radiação solar que chega ao nosso planeta depende da área de secção reta da Terra, vista pelo Sol, ou seja, πr_T^2 (onde r_T é o raio da Terra de valor igual a $6,4 \times 10^6 \text{ m}$). Nem toda a radiação solar intercetada pela Terra é absorvida; uma parte, 30%, é refletida (é a “luz da Terra” que os astronautas, vêm no espaço).

Adaptado de Paul. A. Tripler, Física, Vol.2

- 1.1. Indica o significado físico do valor da constante solar 1370 W/m^2 .

Energia da radiação solar que incide perpendicularmente no topo da atmosfera terrestre, em todos os comprimentos de onda por cada metro quadrado e durante um segundo.

- 1.2. Comente a expressão: “é a luz da Terra que os astronautas vêm do espaço”.

Tópico 1: Atendendo que a Terra apenas absorve 70% da radiação que chega do Sol, 30% desta radiação é refletida pelas nuvens, superfície e atmosfera terrestre (albedo terrestre).

Tópico 2: A luz da Terra que os astronautas vêem do espaço, não é efetivamente a luz da Terra (porque os planetas não têm luz própria) mas sim parte da radiação do Sol refletida pela Terra.

- 1.3. Sendo o raio do Sol $6,96 \times 10^5 \text{ km}$ e a sua temperatura $5226,85 \text{ K}$, calcula a intensidade da radiação emitida pela superfície solar considerando que este se comporta como um corpo negro.

$$T = \theta + 273,15 \Leftrightarrow T = 5226,85 + 273,15 \Leftrightarrow T = 5500 \text{ K}$$

$$I = e \times \sigma \times T^4 \Leftrightarrow I = 1 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 5500^4 \Leftrightarrow I = 5,19 \times 10^7 \text{ W/m}^2$$

- 1.4. A potência recebida pela Terra é dada pela expressão (seleciona a opção correta):

- A. $P = 0,70 \times 1370 \times \pi (6,4 \times 10^6)^2 W$
 B. $P = 0,30 \times 1370 \times \pi (6,4 \times 10^6)^2 W$

C. $P = \frac{0,30 \times 1370}{\pi (6,4 \times 10^6)^2} W$

D. $P = \frac{0,70 \times 1370}{\pi (6,4 \times 10^6)^2} W$

1.5. Assumindo o balanço energético da Terra, determina a temperatura do planeta, assumindo que este se comporta como um corpo negro.

$$E_{\text{absorvida pela Terra}} = E_{\text{emitida pela Terra}}$$

$$I \times A_{\text{círculo}} \times \Delta t = e \times \sigma \times A_{\text{esfera}} \times T^4 \times \Delta t \Leftrightarrow$$

$$0,70 \times 1370 \times \pi \times (6,38 \times 10^6)^2 \Leftrightarrow 1 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 4\pi \times (6,38 \times 10^6)^2 \times T^4$$

$$T = 255K$$

1.6. Atualmente a Terra tem uma temperatura média da Terra de aproximadamente 15°C. Compara este valor com o resultado obtido na alínea anterior e indica o nome do efeito que justifica a discrepância entre eles.

Tópico 1: A discrepância entre os dois valores de temperatura está relacionada com o facto de existirem gases na atmosfera que absorvem a radiação IV – gases de estufa. Estes gases irradiam a energia absorvida, que volta para a Terra antes de ser novamente reemitida. A radiação permanece, desta forma, mais tempo no sistema Terra.
Tópico 2: O efeito que justifica a discrepância entre estes valores é o efeito de estufa.

ANEXO 6

Cartaz de apresentação do projeto

